



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA
Facultad de Ciencias Químicas

DETERMINACIÓN DE LOS ASPECTOS TECNOLÓGICOS Y NUTRICIONALES DE LA CARNE DE LLAMA (Lama glama)

**Tesis de la Facultad de Ciencias Químicas de la
Universidad Católica de Córdoba
conforme a los requisitos para obtener el título de
Magíster en Tecnología de los Alimentos**

Autor
Méd. Vet. Gonzalo Aleu

CÓRDOBA

- 2010 -

Directora
M.Sc. Vet. Ana Paola Zogbi
Universidad Católica de Córdoba

Co-Director
Dr. Eduardo Frank
Universidad Católica de Córdoba

Integrantes de la Comisión del Trabajo

M.Sc. Ing. Agr. Verónica Aimar

M.Sc. Ing. Agr. Ricardo Consigli

M.Sc. Méd. Vet. Gabriel Sequeira

COPYRIGHT

Este estudio fue ejecutado en el ámbito del proyecto “Sustainable Development of Camelid Products and Services Marketed Oriented in Andean Region (DECAMA)” Contract N°: ICA4-CT-2002-10014, financiado por la Unión Europea.

A mi esposa, Soledad, por su apoyo incondicional, su empuje y sus ganas.

A mi familia, por su esfuerzo para que pudiera realizar mis estudios
Universitarios, teniendo como meta el ser cada vez mejor persona.

AGRADECIMIENTOS

A mi Directora de Tesis, Msc. Ana Zogbi, “Anita”, por ser mi profesora, tutora y gracias a Dios, amiga.

Al Dr. Eduardo Frank y su equipo de investigación por toda la ayuda brindada, especialmente al Méd. Vet. Claudio Gauna.

A la Universidad Católica de Córdoba por su apoyo para la realización de este trabajo.

Al proyecto DECAMA por facilitar los recursos para la realización de ésta tesis.

Al Frigorífico Uriburu de La Pampa y a la comuna de Cieneguillas de Jujuy.

Al Dr. Arnaldo Mangeau por su ayuda en el análisis estadístico.

A todos los que con su ejemplo o con su ayuda me acompañaron durante la elaboración de este trabajo.

PROLOGO

La realización de ésta tesis de maestría fue una experiencia altamente productiva, ya que por su contenido y metodología ha completado mis conocimientos en el área de los alimentos, que no había alcanzado durante la formación de grado y me ha permitido trabajar con profesionales de distintas áreas del conocimiento, e incluso de distintas regiones geográficas. A través de estos trabajos interdisciplinarios he ampliado de manera importante mi perspectiva de análisis en la resolución de problemáticas complejas.

Además, a raíz del desarrollo de ésta maestría he podido integrar un grupo de investigación dedicado al estudio de la calidad de la carne.

Actualmente me encuentro como Jefe de Trabajos Prácticos de la Cátedra de Tecnología IV (Cárnicos), asignatura correspondiente al cuarto año de la carrera de Licenciatura en Tecnología de los Alimentos, con actividades de docencia e investigación. Esto permitió que durante el 2008 pudiera realizar el VII Curso Internacional en Tecnología de Productos Cárnicos, España, (mediante una beca obtenida por la Agencia Española de Cooperación Iberoamericana de Desarrollo) que me motivó a escribir ésta tesis, y me permitió profundizar contenidos y por lo tanto favorecer la transferencia de conocimiento de estas áreas.

A continuación detallo brevemente el contenido de cada uno de los capítulos que conforman este trabajo. En el primer capítulo se hace una introducción al tema de estudio de esta tesis, justificando el objeto de realización de la misma. El segundo, hace referencia a los antecedentes encontrados en la bibliografía respecto a los distintos sistemas de producción de carne de llama en planicie y en altura. Luego se aborda la calidad de la canal de llama, utilizando como punto de partida lo estudiado previamente en otras especies en lo referente a clasificación y conformación de la canal. Posteriormente, se aborda la calidad de la carne a través de distintos parámetros objetivos como el color, la resistencia al corte y parámetros nutricionales, como el perfil de ácidos grasos. Finalmente se plantean el objetivo general y los objetivos específicos de este trabajo.

El tercer capítulo menciona la metodología implementada para la obtención de los distintos datos en estudio, dando referencia de tiempos y equipamientos utilizados, así como el método de análisis estadístico al cual fueron sometidos.

El cuarto capítulo refleja los resultados obtenidos y el análisis de los mismos, al realizar primero un estudio descriptivo de las variables, para luego enfrentarlas y evaluar la presencia o no, de diferencias significativas inter e intra-grupos.

Por último la conclusión reúne los resultados puntuales obtenidos en este trabajo, y los futuros campos de estudio sobre la carne de llama.

ÍNDICE GENERAL

LISTA DE ABREVIATURAS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABLAS	vii
RESUMEN	ix
SUMMARY	xi
1 - INTRODUCCIÓN	1
2 - ANTECEDENTES.....	4
2.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA LLAMA.....	4
2.1.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	4
2.1.2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.....	4
2.1.3 CARACTERÍSTICAS ZOOTÉCNICAS.....	6
2.1.4 SISTEMA DE PRODUCCIÓN	8
2.1.5 METODOLOGÍA DE FAENA	10
2.1.5.1 FAENA INDUSTRIALIZADA.....	10
2.1.5.2 FAENA RURAL	13
2.1.6 PRODUCTOS CÁRNICOS.....	14
2.2.- CALIDAD DE LA CANAL.....	15
2.2.1 PARÁMETROS QUE DEFINEN LA CALIDAD DE LA CANAL	16
2.2.1.1 PESO DE LA CANAL Y RENDIMIENTO	16
2.2.1.2 CLASIFICACIÓN Y TIPIFICACIÓN.....	18
2.2.1.3 ENGRASAMIENTO	19
2.2.1.4 CONFORMACIÓN.....	20
2.2.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LA CANAL.....	21
2.2.2.1 FACTORES INTRÍNSECOS.....	21
2.2.2.1.1 SEXO.....	21
2.2.2.1.2 RAZA.....	21
2.2.2.1.3 EDAD Y PESO	22
2.2.2.1.4 CONDICIÓN CORPORAL.....	22
2.2.2.1.5 MEDIDAS BIOMÉTRICAS	24
2.2.2.1.6 PREDICCIÓN <i>IN VIVO</i> DE LA COMPOSICIÓN DE LA CANAL.....	24
2.2.2.2 FACTORES EXTRINSECOS	25

2.2.2.1 PRODUCCIÓN EN ALTURA.....	25
2.2.2.2 PRODUCCIÓN EN PLANICIE.....	25
2.3. CALIDAD DE LA CARNE.....	26
2.3.1 DETERMINACIÓN INSTRUMENTAL DE LA CALIDAD DE LA CARNE	27
2. 3.1.1 pH.....	27
2.3.1.2 COLOR.....	28
2.3.1.3 TEXTURA.....	29
2.3.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LA CARNE	30
2.3.2.1 FACTORES INTRÍNSECOS.....	30
2.3.2.1.1 TIPO DE MÚSCULO	30
2.3.2.1.2 RAZA (GENÉTICA)	30
2.3.2.1.3 SEXO.....	31
2.3.2.1.4 EDAD Y PESO	32
2.3.2.2 FACTORES EXTRINSECOS	34
2.3.2.2.1 ALIMENTACIÓN	34
2.3.2.2.2 ÉPOCA DEL AÑO	34
2.3.3 HIGIENE	35
2.4. COMPOSICIÓN FISCOQUÍMICA DE LA CARNE.....	37
2.4.1 PROTEINAS.....	37
2.4.2 ÁCIDOS GRASOS	38
2.4.3 GLÚCIDOS.....	38
2.4.4 CENIZAS	39
3 - OBJETIVOS.....	40
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	40
3. 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	40
4 - MATERIALES Y MÉTODOS	41
4.1. ANIMALES.....	41
4.2. MÉTODOS REALIZADOS SOBRE EL ANIMAL VIVO	41
4.2.1 PESO VIVO	41
4.2.2 CONDICIÓN CORPORAL.....	42
4.2.3 MEDIDAS BIOMÉTRICAS	42
4.2.4 PREDICCIÓN <i>IN VIVO</i> DE LA COMPOSICIÓN DE LA CANAL (TECNICA DE ULTRASONIDO)	43
4.3. MÉTODOS REALIZADOS SOBRE LA CANAL	44
4.3.1 EDAD DE FAENA	44

4.3.2 METODOLOGÍA DE FAENA	44
4.3.3 MORFOLOGÍA DE LA CANAL	45
4.3.3.1 CLASIFICACIÓN Y TIPIFICACIÓN.....	45
4.3.3.2 MEDIDAS DE ENGRASAMIENTO.....	45
4.3.3.3 MEDIDAS DE CONFORMACIÓN	47
4.3.3.4 MEDIDAS BIOMÉTRICAS <i>POSTMORTEM</i>	48
4.4. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA CARNE.....	49
4.4.1. COLOR.....	49
4.4.2. TERNEZA.....	49
4.4.3. ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA GRASA	50
4.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	50
5 - RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
5.1. PARÁMETROS <i>IN VIVO</i>	52
5.1.1. PESO, CONDICIÓN CORPORAL Y MEDIDAS BIOMÉTRICAS	52
5.1.2. MÉTODO ECONGRÁFICO <i>IN VIVO</i>	55
5.2. METODOLOGÍA DE FAENA	55
5.2.1 METODOLOGÍA DE FAENA INDUSTRIAL.....	55
5.2.2 METODOLOGÍA DE FAENA RURAL	56
5.3. CALIDAD DE LA CANAL	57
5.3.1. CLASIFICACIÓN Y TIPIFICACIÓN.....	57
5.3.2 MEDIDAS BIOMÉTRICAS <i>POSTMORTEM</i>	59
5.4. CALIDAD DE LA CARNE.....	60
5.4.1. COLOR.....	60
5.4.2. TERNEZA.....	64
5.4.3. PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS.....	66
5.5. RELACIONES ENTRE VARIABLES	73
5.5.1. RELACIONES DE LOS VALORES DE ECOGRAFÍA CON GRASA.....	73
5.5.2. RELACIONES DE LA ECOGRAFÍA CON LA TERNEZA.....	73
5.5.3. COMPARACIÓN ENTRE CONDICIÓN CORPORAL Y ENGRASAMIENTO	74
5.5.4. COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO ENTRE GRUPOS (JUJUY VERSUS LA PAMPA).....	75
6 - CONCLUSIONES	77
7 - BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXO I.....	88
ANEXO II.....	91

LISTA DE ABREVIATURAS

a*:	Coordenada rojo-verde.
ADC:	Ancho de cadera.
ADS:	Ácidos grasos saturados.
AGI:	Ácidos grasos insaturados.
AGMI:	Ácidos grasos monoinsaturados.
AGPI:	Ácidos grasos poliinsaturados.
AL:	Altura a la cruz.
AL(B):	Área de lomo bovino
AL(O):	Área de lomo ovino
b*:	Coordenada amarillo-azul.
C*:	Croma.
CC:	Condición corporal.
CSD:	Camélidos sudamericanos domésticos.
CIE:	Comisión internacional de iluminación.
CLA:	Ácido linoleico conjugado.
CRA:	Capacidad de retención de agua.
ΔE:	Diferencia de color.
DE:	Desvío estándar.
DFD:	Carnes oscura, firmes y secas.
EE:	Error estándar.
EG:	Espesor de grasa dorsal.
EL:	Espesor de lomo.
FRENTE:	Conformación muscular de la pierna.
H*:	Tono.
L*:	Luminosidad.
L:	Longitud dorsal.
Mb:	Mioglobina.
n:	Tamaño muestral.
n3:	Ácido graso omega 3.
n6:	Ácido graso omega 6.
pH:	Potencial de hidrógeno.
PSE:	Carnes pálidas, blandas y exudativas.

PIT: Perfil Isquiotarsiano.

PT: Perímetro torácico.

PV: Peso vivo.

SENASA: Servicio nacional de seguridad y calidad agroalimentaria.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribución histórica (A) y actual (B) de llamas en la Argentina.....	5
Figura 2: Grado de condición corporal en CSD.....	23
Figura 3: Medidas biométricas in vivo en CSD.....	24
Figura 4: Medición de medidas biométricas <i>in vivo</i> (A) perímetro torácico; (B) altura a la cruz; (C) longitud dorsal, y (D) ancho de cadera.....	42
Figura 5: Medición espesor grasa dorsal.....	43
Figura 6: Zonas de evaluación del engrasamiento A: pierna; B: bife-lomo; C: costillar; D: paleta-brazuelo; E: cuello.....	46
Figura 7: Perfil isquiotarsiano.....	47
Figura 8: Medición de largo de res y largo de pierna.	48
Figura 9: Comparación de las medias de PV, CC, y medidas biométricas <i>antemortem</i> entre grupos Jujuy y La Pampa.....	54
Figura 10: Comparación de las medias de engrasamiento, perfil y conformación de pierna entre Jujuy y La Pampa.....	59
Figura 11: Comparación de las medias de L*; a* y b* de ambos grupos en estudio.....	64
Figura 12: Análisis comparativo de la terneza de bife y peceto, de los dos grupos en estudio.....	66
Figura 13: Porcentaje de ácidos grasos (% del total) de muestras de bife angosto, de Jujuy y La Pampa.....	69
Figura 14: Comparación del valor medio (\pm EE) del contenido de CLA (mg/100g carne) en llamas de Jujuy y La Pampa.....	70

Figura 15: Gráfico de dispersión de puntos del CLA (mg/100 g carne), discriminado por origen.....	70
Figura 16: Comparación del valor medio (\pm EE) del contenido de docosahexanoico en llamas de Jujuy y La Pampa.....	72
Figura 17: Evolución del crecimiento (en peso) de las llamas de la zona de Jujuy y La Pampa.	76

LISTA DE TABLAS

Tabla I: Denominación de llamas por categoría.....	7
Tabla II: Rendimiento de la canal en distintas especies.....	17
Tabla III: Patrones de perfil isquiotarsiano	19
Tabla IV: Escala de condición corporal.....	23
Tabla V: Heredabilidades estimadas, correlaciones genéticas y correlaciones ambientales de efectos permanentes en llamas.....	31
Tabla VI: Concentración de mioglobina en músculo de varias especies.....	33
Tabla VII: Comparación de la composición química del magro (<i>L. dorsi</i>) de diferentes especies (%) respecto del magro de llama.....	38
Tabla VIII: Grado de engrasamiento.....	46
Tabla IX: Puntuación del perfil Isquiotarsiano.....	47
Tabla X: Puntuación de la musculatura de la pierna.....	48
Tabla XI: Análisis descriptivo de peso, perímetro, ancho de la cadera, longitud dorsal, altura de la cruz y condición corporal de todos los animales.....	52
Tabla XII: Comparación de las medias de PV, CC, y medidas biométricas <i>antemortem</i> entre grupos Jujuy y La Pampa.....	53
Tabla XIII: Análisis descriptivo de espesor de grasa dorsal, espesor del lomo, área de lomo ovino y bovino de los animales de Jujuy.....	55
Tabla XIV: Análisis descriptivo de la puntuación del engrasamiento en las 5 áreas delimitadas y de la conformación (perfil y frente), de todos los animales.....	57
Tabla XV: Resultados del Anova considerando el grado de engrasamiento y conformación entre Jujuy y La Pampa.....	58

Tabla XVI: Análisis descriptivo del largo de pierna y largo de res, de todos los animales.....	59
Tabla XVII: Comparación del largo de pierna y largo de res, de todos los animales.....	60
Tabla XVIII: Análisis descriptivo de las variables de color, discriminados por corte (bife angosto y peceto), de todos los animales.....	61
Tabla XIX: Resultado de la Anova para los parámetros de color considerando los factores origen y tipo de corte.....	63
Tabla XX: Análisis descriptivo de la terneza de bife y peceto, de todos los animales.....	65
Tabla XXI: Resultado de la Anova para la variable de terneza considerando los factores origen y tipo de corte.....	65
Tabla XXII: Porcentaje de ácidos grasos (% del total) de muestras de bife angosto, de Jujuy y La Pampa.....	67
Tabla XXIII: Análisis descriptivo de la concentración de ácidos grasos (mg/100g de carne) de animales tanto de Jujuy como La Pampa.....	68
Tabla XXIV: Grado de saturación de ácidos grasos (% del total) y relación n3/n6 presentes en bife angosto de animales tanto de Jujuy como La Pampa.....	69
Tabla XXV: Comparación de las medias del contenido de ácidos grasos entre las llamas de Jujuy y La Pampa.	71
Tabla XXVI: Resultados de la correlación entre las variables de la ecografía y grasa de las 5 zonas	73
Tabla XXVII: Resultados de la correlación entre variables de la ecografía y terneza de bife y peceto.....	74

Tabla XXVIII: Resultados de la correlación entre la grasa de las 5 zonas y terneza de bife y peceto.....	74
Tabla XXIX: Resultados de la correlación entre la condición corporal ecografía y terneza de bife y peceto.....	75

RESUMEN

Actualmente existe la posibilidad de diversificar la producción pecuaria a través de la llama (*Lama glama*), un camélido sudamericano doméstico, adaptado a condiciones agroecológicas desfavorables, tanto en zonas andinas como extraandinas. Uno de los principales productos que se obtiene de ésta especie es su carne. Por tanto este trabajo se plantea determinar los parámetros tecnológicos y nutricionales de la carne de llama en dos sistemas de crianza diferenciados. Se utilizaron 36 machos enteros, de 19 a 21 meses, 18 criados en Jujuy (Grupo Jujuy) y 18 criados en La Pampa (Grupo La Pampa). Desde el punto de vista tecnológico y para evaluar la calidad de la canal se realizaron mediciones antemortem: peso vivo (PV), condición corporal (CC), medidas biométricas in vivo: perímetro torácico (PT), longitud dorsal (L), altura a la cruz (AL) y ancho de cadera (ADC); y ecografía de grasa dorsal. Una vez faenado se tomaron: medidas biométricas postmortem: largo de res (LR) y largo de pierna (LP); grado de engrasamiento y conformación muscular: perfil isquiotasiano (PIT) y musculatura. A fin de evaluar la calidad tecnológica de la carne se tomaron muestras de bife angosto y peceto, midiendo: el color, la textura. Para evaluar la calidad nutricional de la carne se midió el perfil de ácidos grasos. Los animales de Jujuy presentaron mayor PV y PT que los del grupo La Pampa, aunque estos últimos presentaron mayor porte y CC al momento de faena, probablemente debido a la diferencia en la dieta. Esta relación se mantuvo para las medidas biométricas postmortem. El engrasamiento fue mayor en la zona de la paleta y el costillar, mientras que la pierna fue la que obtuvo valores más bajos. En cuanto al color de la carne, no hubo diferencias significativas para luminosidad (L^*); por el contrario en los valores de la coordenada rojo-verde (a^*) y amarillo-azul (b^*), fueron mayores en el grupo de La Pampa. Las variables de color de la carne de llama difieren tanto en bife angosto como en peceto. La carne del grupo La Pampa fue más tierna que la de Jujuy y según lo esperado en ambos el bife angosto resultó ser más tierno que el peceto. En ambos grupos el ácido oleico, palmítico y esteárico representaron el 70% de los ácidos grasos. La carne de llama posee mayor concentración de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) respecto de otras carnes. Presentó además una mayor concentración de ácido linoleico conjugado (CLA) y mejor balance en la relación $n6/n3$ que otras especies. No se encontraron diferencias entre los grupos en la proporción de ácidos grasos. Al comparar el

crecimiento de los animales no se presentaron diferencias entre los grupos. Se encontró una correlación positiva entre la CC y el engrasamiento en la región de la paleta, y negativa entre la terneza del peceto y el engrasamiento en la región de la paleta. Por el contrario, no se encontraron diferencias significativas entre los valores de ecografía de grasa dorsal con engrasamiento y terneza. Tampoco se encontraron diferencias significativas en las curvas de crecimiento de ambos grupos. Los resultados de este trabajo concluyen que la operatividad de faena puede realizarse siguiendo la metodología para bovinos; se estableció un sistema de clasificación y tipificación específico para ésta especie, a partir del grado de cobertura grasa en cinco regiones del animal y la conformación de la pierna (perfil isquiotarsiano y desarrollo muscular). La calidad tecnológica y nutricional de la carne de llama evaluada instrumentalmente es similar a la de otras especies, siendo una fuente de recursos económicos importante. En el futuro se deberían realizar determinaciones sensoriales, con paneles entrenados, para luego correlacionarlos con los métodos instrumentales.

Palabras claves: Calidad, Carne, Llama, Canal, Color, Terneza, CLA

SUMMARY

There exists, actually a possibility of diversifying the animal production through llama (*Lama glama*), a South American camelid, adapted to less favorable environmental conditions, so much in Andean highlands plateaus as extraandean areas. One of the principal products obtained of these species is the meat. The present study was carried out to determinate the technological and nutritional characteristics of lama meat in two different production systems. Thirty-six intact llama males, slaughtered between 19 to 21 months, 18 reared in Jujuy (Group Jujuy) and 18 reared in La Pampa (Group Llanura) were used. From the technological, to evaluate the carcass characteristics, pre-slaughter measurements were done: live weight (PV), body conditions score (CC); biometric measures in live: thoracic perimeter (PT), dorsal length (L), height at withers (AL) and hip width (ADC) and ultrasound scanning of dorsal fat. After slaughter, measurements biometric post slaughter: carcass length (LR) and leg length (LP); degree of coverage fat and muscular conformation: ischial/tarsal profile (PIT) and conformation rump (FRENTE) were taken. To evaluate the meat quality samples of rib eye *Longissimus dorsi* and *Semitendinosus* were taken, studying: the meat color, tenderness and fatty acid contents. Jujuy's animals presented a major PV and PT than La Pampa group, though this one presented higher frame and CC at slaughter, probably due to the difference in the diet. This relation was kept for the post slaughter biometric measures. The fat coverage was higher in the zone of the palette and the ribcage, while the leg was lower than values obtained. As for the muscle color, there were no differences for the lightness (L^*), on the contrary the redness (a^*) and yellowness (b^*) values were higher in La Pampa group. The color measurement of were differences between the muscles, loin eye and eye of round. The meat of La Pampa group was more tender than the Jujuy group and in both the rib eye presented minor values of shear force than eye of round. In both the oleic acid, palmitic; and stearic acid represented 70 % of the fatty acids. The percentage of AGS fatty acid is comparable to meat from another species. He presented in addition a major concentration of acid linoleico conjugate (CLA) and better a relation n6/n3 balance than other species. No differences were found between groups for the proportion of fatty acids. A positive correlation between the CC and the fatness in the region of the palette was found; and a negative correlation between the tenderness of rib eye and the tenderness in

the region of the palette. No correlations, between the values of ultrasound scanning of dorsal fat with fatness and tenderness, were found. Nor significant differences were found between groups for growth animals in two regions. Concluding, the slaughter could be realized following the methodology for beef cattle; a system of identification and classification for this species was established, from the degree of fat coverage, in five regions of the carcass, and the conformation of the leg PIT and conformation rump. The technological and nutritional quality of llama meat evaluated instrumentally is similar that other species, with a significant economic potential. In future it should make determinations whit trained sensory panel test, and then correlate with instrumental methods.

Keywords: Quality, Meat, Llama, Carcass, Color, Tenderness, CLA

1 - INTRODUCCIÓN

En la actualidad se busca diversificar la actividad pecuaria por diversas vías, una de ellas ha sido repoblar distintas regiones con camélidos sudamericanos domésticos (CSD), con el fin de obtener productos zoogenos, tales como fibra y carne (1), para fortalecer la economía de áreas desfavorecidas.

Para alcanzar dicho objetivo diversas organizaciones públicas y privadas están trabajando en la repoblación de estas zonas (2), tanto en la región de los andes sudamericanos como en regiones extra-andinas (Canadá, EEUU y Australia), con el fin de mantener el ecosistema, generar puestos de trabajo y evitar el desarraigo de los campesinos.

La producción de CSD está caracterizada por ser del tipo extensivo, con animales a pastoreo durante todo el año. La misma se circunscribe a las provincias del noroeste argentino, con aproximadamente ciento cincuenta mil cabezas de llamas (*Lama glama*) (3). La altura de esta zona es de 3500 m sobre el nivel del mar y las condiciones agroclimáticas son similares a las de otros países sudamericanos, como es el caso de Perú, Bolivia y Chile, conocido como el altiplano sudamericano.

Las condiciones climáticas repercuten en una baja rentabilidad de los sistemas productivos de la región, causando un impacto considerable sobre el desarrollo económico y social de los habitantes, convirtiendo a la cría y la explotación de los CSD en una economía de subsistencia (4).

La carne de camélidos es consumida principalmente en zonas rurales, mientras que su consumo en áreas urbanas es reducido. Generalmente la faena o sacrificio se realiza en forma doméstica sin control veterinario y sin cumplir las normas mínimas de higiene (5).

Desde la declaración de la Quebrada de Humahuaca como patrimonio de la Humanidad, la llama se ha convertido en un recurso importante para los pobladores de la región (6).

Sin embargo no se cuenta con mataderos habilitados para la faena de esta especie, por lo que no se puede garantizar que cumpla con los requisitos higiénico-sanitarios mínimos, lo cual es un inconveniente importante. En determinados puntos de venta, la carne de llama se comercializa sin control bromatológico y no cuenta

con transportes refrigerados. Gran parte de la producción de carne se destina a la elaboración de charqui o chalonga, que permite aumentar su tiempo de conservación (5), y se destina solo al consumo local, razón por la cual es desconocida para potenciales consumidores.

En una dieta equilibrada la carne tiene un papel fundamental al cubrir parte de las necesidades básicas del hombre, principalmente, por su elevado contenido de proteínas de alta calidad, su riqueza en vitaminas del grupo B (tiamina, riboflavina y ácido nicotínico) y el contenido de hierro (7). Contiene todos los aminoácidos esenciales para la salud del hombre. El hierro de la carne presenta alta biodisponibilidad, encontrándose como reservorio en el componente proteico de la mioglobina (Mb) (8).

Mediante diversos estudios se han comprobado diferentes cualidades nutricionales (alto contenido proteico, bajo contenido de grasa, colesterol y calorías) que convierten a la carne de llama en una alternativa capaz de suscitar un elevado grado de aceptación por parte de los consumidores (2); (9); (10); (11).

Al igual que en otras carnes de rumiantes el estudio de la cuantificación de ácidos grasos, en especial el ácido linoleico conjugado (CLA) podría generar una diferenciación con otras carnes rojas, ya que el CLA posee propiedades anticancerígenas, antiadipogénicas, antidiabetogénicas, y antiaterogénicas (12); (13). El CLA se encuentra solo en los rumiantes y en los productos alimenticios derivados de los mismos, tales como la carne, el queso y los lácteos; desde el punto de vista fisiológico la llama se comporta como un rumiante, por lo que es de esperar que contenga este ácido graso en cantidades suficientes para causar un beneficio en los consumidores generando una diferenciación con otras carnes.

La población en general desconoce las cualidades nutricionales de la carne de llama, sin embargo, las tendencias actuales en los consumidores han cambiado. Se interesan por comidas más sanas y equilibradas, o por el consumo de carnes exóticas y orgánicas. Por esta razón actualmente la carne de llama es demandada en provincias extra-andinas, como Córdoba o Buenos Aires, e incluso otros países, como Estados Unidos y Canadá que aumentan el valor económico potencial del producto.

Si bien en la Argentina la legislación contempla el tránsito federal de la carne de llama, como se mencionó anteriormente, donde la carencia de frigoríficos habilitados por la fiscalización oficial, Servicio de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), no permite cubrir las demandas reales del producto (5).

Se debe tener en cuenta que la calidad de la carne puede ser afectada por diferentes factores, tanto *antemortem* como *postmortem* (14); (8). El manejo inadecuado al transportar los animales hasta el matadero, las condiciones de sacrificio, el método de insensibilización, el sangrado, el cuereado, y las condiciones de refrigeración de las primeras 24 horas post- mortem, puede afectar en forma negativa la calidad de la carne de los CSD. Es recomendable estudiar las características de comportamiento de los animales, diseñar equipos y operaciones de manejo adecuadas para cada especie animal (8).

En Argentina la Ley Federal de Carnes establece un sistema de calidad basado en la clasificación y tipificación de la canal, entendiendo a la clasificación como la tarea de catalogación de los distintos tipos de reses en distintas categorías, principalmente diferenciadas por la edad y el sexo de los animales. La tipificación: es la catalogación de las reses, mediante su conformación muscular y la terminación o estado de gordura.

Un buen sistema de clasificación y tipificación tendría como objetivo de transmitir las bondades de la carne de llama. Se privilegian así las características que demuestren una terminación a campo eficiente, ofreciendo al consumidor un producto de mayor calidad (15).

Existen trabajos sobre la tecnología operativa de la faena de las llamas a nivel industrial, que se orientan a la evaluación de la composición de la carne y rendimiento de la res (2); (11); (10); (16), pero los mismos no brindan información puntual sobre la metodología aplicada a la clasificación y tipificación de la carne de llama.

El propósito de este trabajo fue determinar a través de métodos objetivos la calidad de la tecnológica y nutricional de la carne de llama, así como estandarizar un sistema de clasificación y tipificación de la canal de llama, tanto en sistemas productivos en altura, como en planicie.

2 - ANTECEDENTES

2.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA LLAMA

2.1.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La llama (*Lama glama*) es un mamífero ungulado, perteneciente al orden Cetartiodactyla, suborden Tylopoda, familia Camelidae, subfamilia de los Lamidos.

Los camélidos se originaron en América del Norte durante el Plioceno; hace unos 3 millones de años migraron hacia América del Sur, donde se adaptaron a zonas áridas y semiáridas (5).

Integra la familia de los Camélidos, de los cuales actualmente existen cuatro especies en Sudamérica: la llama (*Lama glama*), el guanaco (*Lama guanicoe*), ambos domesticados, y dos silvestres; la alpaca (*Lama pacos*) y la vicuña (*Lama vicugna*). Este grupo se integra bajo la denominación de Camélidos Sudamericanos. De los CSD, la llama es la más grande y se asemeja a su progenitor, el guanaco.

Aunque todavía no se ha llegado a un consenso sobre el concepto de razas definidas en llamas y alpacas (17), existen dos tipos más importantes de llamas, la llama Q'ara o "Pelada" y llama Tapa o Lanuda. La primera presenta un vellón poco abundante, de temperamento dócil, utilizada principalmente como animal de carga. La llama "Tapa" o "Lanuda" tiene mayor cobertura de vellón, con fibras más largas y fina, utilizada especialmente para la producción de fibra (18).

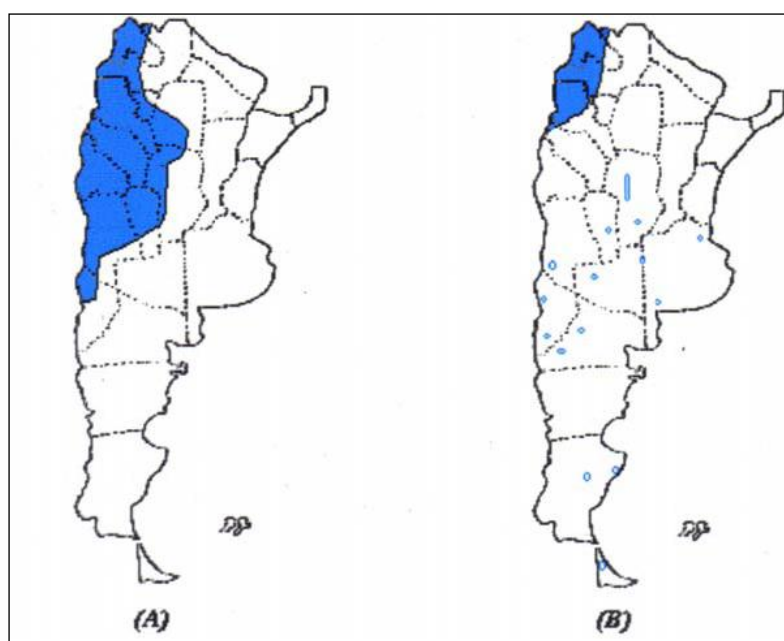
2.1.2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La llama se ha adaptado a un amplio rango de condiciones ambientales. Luego de su domesticación en la puna peruana, fue llevada por el hombre a distintos valles interandinos.

La puna se encuentra en la cordillera de los Andes, comprendiendo los territorios del centro y sur del Perú, el noreste de Chile, el occidente de Bolivia y el noroeste de Argentina (oeste de las provincias de Salta, Catamarca y Jujuy) que se encuentran a más de 2.900 metros sobre el nivel del mar.

El clima es seco y caluroso en verano, y muy frío en invierno. La radiación solar es alta y los vientos soplan fuerte con frecuencia. Las temperaturas varían considerablemente entre el día y la noche, alcanzando amplitudes térmicas entre 25 y 30 grados centígrados (19).

Históricamente la llama en la Argentina se encontraba desde el noroeste hasta la provincia de Córdoba, actualmente se ubica en las provincias de Jujuy, Salta y Catamarca (20) (Figura 1).



Fuente: Frank y Whebe (20)

Figura Nº 1: Distribución histórica (A) y actual (B) de llamas en la Argentina.

En recientes reuniones técnicas celebradas en distintos lugares del país se discutió el tema de las existencias y quedó claro que la población nacional de llamas se ha incrementado en los últimos 4 años debido a diversos factores, la gran mayoría tiene que ver con un mejor precio de fibra y carne y con medidas de estímulo (21).

La gran mayoría de los criadores de llamas son pequeños productores (90%) que poseen en promedio una tropa de no más de 80 animales que a su vez poseen ovejas y en algunos casos vacas y cabras. Sólo una pequeña porción de criadores

de llamas de Argentina son productores económicamente estructurados y con una rentabilidad interesante (22).

El traslado que se ha hecho hacia los EEUU y Europa de los CSD en los últimos veintisiete años, ha cambiado totalmente la realidad del monopolio que se tenía sobre estas especies, así como ha variado el número poblacional en los Andes Centrales. Se considera que el Perú encabeza las encuestas en número y calidad, seguidos por Bolivia, Chile y Argentina. Hoy EEUU ha pasado a tercer lugar en población, y pronto Australia estará disputando con ese país el tercer lugar en el mundo (23).

Un desafío importante es adaptar los CSD en áreas extra andinas, como está sucediendo actualmente con el establecimiento de sistemas productivos en la provincia de Buenos Aires, centro de la Pampa, y en las sierras de Córdoba (24).

2.1.3 CARACTERÍSTICAS ZOOTÉCNICAS

La llama (*Lama glama*) es el camélido sudamericano de mayor tamaño. Son animales robustos, con una alzada a la cruz que varía de 109 a 119 centímetros, con un peso adulto de 108,5 a 120 kilogramos. Tradicionalmente son utilizados para la producción de fibra, el abastecimiento de carne y el transporte de carga. Presenta dos capas de fibra: una interior, fina y otra exterior, gruesa.

En muchos lugares alejados, carentes de vías de comunicación, la llama sigue prestando valiosos servicios como animal de carga. Se le utiliza para el transporte de insumos para las labores agrícolas así como de los productos a los lugares de comercialización (25).

Los camélidos en su evolución se adaptaron a ambientes con suelos erosionables y con vegetación de mala calidad, esto generó una serie de cambios anatómicos y fisiológicos, que los hace particularmente apto, en comparación con el ganado ovino (25); (26).

Estos animales se caracterizan por tener el tercer y cuarto dedo de sus extremidades, fuertes y de igual desarrollo. Los dedos están provistos de uñas poco desarrolladas, provistas de almohadillas y callosidades plantares sobre las que se apoyan durante la marcha, con paso de ambladura.

Se los clasifica como rumiantes fisiológicos, ya que poseen un estómago rumiante anatómicamente diferente a los bovinos, pero con iguales funciones fisiológicas.

También se diferencian de éstos últimos por la ausencia de cuernos, presencia de verdaderos caninos separados de los molares por diastema y por la anatomía de las patas traseras que les permite descansar sobre el vientre, con las rodillas dobladas y garrones hacia atrás (26).

Poseen un cuello largo con vértebras cervicales muy desarrolladas y el labio superior es hendido, que les permite romanear hojas en plantas espinosas, además estos animales cortan la pastura en lugar de arrancarla (27).

Difieren del resto de los mamíferos en que sus glóbulos rojos son elípticos y con mayor afinidad por el oxígeno (28), debido a una mayor concentración de hemoglobina fetal, lo que lo hace apto para la producción en altitud. Según su edad se los puede clasificar en cuatro categorías productivas (Tabla I).

Los camélidos son gregarios, con familias formadas por un macho y varias hembras. Defecan en estercoleros marcando así su territorio. Tienen la facilidad anatómica de poder lanzar parte del contenido de regurgitación en forma defensiva.

Poseen un período de gestación extremadamente largo, de entre 340 y 350 días a causa de una marcada estacionalidad climática, lo que hace necesario que el animal tenga cría y entre en servicio en la misma época del año.

Las cuatro especies de camélidos sudamericanos tienen el mismo cariotipo ($2n=74$), pudiendo cruzarse entre ellas y producir crías fértiles (18); (28).

Tabla I: Denominación de llamas por categoría.

DENOMINACIÓN	EDAD
Teke (Uña)	Macho o hembra desde el nacimiento al destete.
Teke Destetado (Añojo)	Macho o hembra desde el destete hasta el año.
Malt{on/Maltona (Ankutas)	1 a 2 años de edad.
Hembra Joven (Chinallama)	2 años a primera parición.
Macho Joven (Jañacho)	2 a 3 años de edad.
Adulto	Mayor de 3 años.
Machorra (Orra)	Hembra estéril o vacía.

Fuente: Adaptado de Rossanigo *et al.* (24) y Frank (29)

2.1.4 SISTEMA DE PRODUCCIÓN

En el caso de la cría y explotación de llamas, ésta se realiza bajo diferentes condiciones, por un lado la explotación tradicional del altiplano (Jujuy, Salta y Catamarca) y por otro, la cría en condiciones extrapuneñas (Córdoba, La Pampa, Río Negro, San Luis y Buenos Aires).

Entre 2800 y 3000 familias viven en relación directa con la producción de llamas en el altiplano argentino, de ellas solo el 20% están inmersas en una producción económicamente rentable que se relaciona con el mercado externo y vende sus productos de acuerdo a normas legales de comercialización. El restante 80% vive en un difícil límite entre la supervivencia y la producción económicamente rentable (21).

Los camélidos se comportan como ungulados esencialmente pastoreadores, consumiendo preferentemente especies monocotiledóneas. Poseen una alta preferencia por las gramíneas (Poaceae), consumiendo además algunas especies del pajonal y del tolar en períodos de restricción alimentaria (30).

Una opción frente a la falta de pastura en épocas invernales es la construcción de ahijaderos. Estos consisten en lotes de alrededor de una hectárea cercado por una pirca de piedra, con el objetivo de aislar la pastura y permitir su descanso y el rebrote (18).

Básicamente la producción de llamas es de subsistencia, o de autoconsumo, siendo muy poca la cantidad de carne que se comercializa en mercados locales. La gran variedad de animales presentes en las tropas y la escasa selección por tipo, genera una gran variabilidad de los rasgos productivos de las tropas actuales (21). El precio de la carne depende más de la capacidad negociadora del criador y su distancia con los centros de consumo (31).

Por otra parte, los sistemas de producción que se utilizan actualmente se clasifican como: sistema fibra-carne, más representativo, y el sistema carne-fibra (21). Además, se ha incorporado otros como la venta de reproductores y/o animales para valor escénico, zooterapia y senderismo (trekking).

El primer sistema se aplica en todas las áreas donde el aislamiento y la falta prolongada de pastos para engorde durante el año impiden producir carne en cantidad suficiente como para abastecer un puesto de venta en alguna ciudad

cercana (20). En estos momentos el sistema fibra-carne es el más rentable por el precio de la fibra y su rápida comercialización (20).

Las llamas engordadas en pasturas cultivadas tienen una mayor ganancia de peso que aquellas engordadas en pradera nativa, tanto en las estaciones de verano (lluviosa) como en invierno (seca) (32).

En algunas regiones los recursos forrajeros son tan escasos durante todo el año, que obligan al criador a volcarse a la producción de fibra, siendo la única fuente de ingreso constante obtenido a través de la esquila periódica (20), que se vende luego a fábricas textiles o es exportada.

En el segundo sistema, la situación agroecológica permite un abastecimiento de pastos de calidad durante gran parte del año y la cercanía o accesibilidad del establecimiento del productor a los mercados de venta de carne permite asumir compromisos de abastecimiento a carnicerías o mercados locales en centros poblados (21). En este caso, la fibra se obtiene de esquila el animal antes de sacrificarlo o de extraerla directamente del cuero secado del animal faenado (20) utilizándose para la confección de tejidos artesanales, con hilo de distinta calidad (33).

La producción es alrededor de 1,5 kg de vellón por cabeza en esquila anual y un promedio de 2,2 kg considerando todas las esquilas de un animal. La faena se realiza normalmente entre 18 a 22 meses y el peso promedio de la carcasa es de 35 a 50kg con un rendimiento en promedio del 54%. Los cueros producto de las faenas se comercializan directamente o en ciertas ocasiones reciben tratamientos de curtido para agregarles valor (21).

En años de sequías prolongadas y cuando los animales salen del invierno con una mala condición corporal estos se destinan a la elaboración del charqui, antes de que pierdan peso por la escasez de alimentos, lo que ocasionaría una disminución en el rendimiento de la canal. La producción total depende naturalmente de la saca anual, es decir, del número de animales que anualmente se descartan del rebaño para ser destinados a sacrificio. Cabe aclarar que la saca, en gran mayoría, está constituida por animales viejos, hembras y machos, que han llegado al final de su vida productiva (25). Aunque no hay datos concretos, se estima que el porcentaje de saca anual, tanto en alpacas como en llamas; es del orden del 10% al 12% (25).

En lo que respecta a la producción de carne, se puede obtener a razón de 35 kilos por cabeza, lo que representa 140 porciones comestibles de 250 g cada una,

suficiente para cubrir el 50% del requerimiento de ingesta proteica diaria de una familia tipo (2 adultos, 2 menores) durante 35 días (34).

2.1.5 METODOLOGÍA DE FAENA

Por ser una producción básicamente de autoconsumo, la faena se realiza mayoritariamente en los establecimientos agropecuarios, por lo que las condiciones son muy precarias.

Los proyectos de la Unión Europea han demostrado la factibilidad de la faena industrial de llamas en plantas frigoríficas diseñadas para bovinos, realizando los mismos procedimientos, incluidos los cortes minoristas (22).

2.1.5.1 FAENA INDUSTRIALIZADA

Como en otras especies el manejo *antemortem* es un factor muy delicado que no se debe descuidar. Afecta directamente a la calidad de la canal y de la carne. Algunos autores hacen referencia a que las últimas 24 horas son probablemente las más importantes en todo el ciclo de producción. En esta etapa los animales sufren: operaciones de esquila, cargas y descargas, movimientos, falta de comida y de agua, cambios de temperatura, entre otros (8); (35); (36); (37).

Cuando los animales alcanzan la edad de faena, son seleccionados y apartados del resto. Previo a la faena, son esquilados y sometidos a ayuno, que tiene por objetivo facilitar las operaciones de cuereado, y la evisceración. Para su traslado se puede utilizar camiones o vehículos de menor tamaño tipo tráileres (dependiendo de la cantidad de animales a transportar).

En el Anexo I se pueden observar el flujograma de la faena industrializada, desde el pesaje de los animales en el campo hasta el desposte y envasado; así como una serie de figuras representativas de dicha faena.

Con el arribo de los animales al frigorífico el agente de SENASA realiza la inspección veterinaria *antemortem*, a fin de verificar la sanidad de los mismos. En

caso de ser satisfactoria, son dirigidos a corrales de descanso, por un período no mayor a 24 h para que se repongan del estrés ocasionado por el traslado.

En estos corrales los animales solo disponen de agua, para contribuir al desbaste y la consecuente descarga del tracto gastrointestinal. Se pueden utilizar las mismas instalaciones que para los bovinos ya que cumplen satisfactoriamente las necesidades de aislamiento y protección climática.

Una vez cumplido el tiempo de descanso, los animales son conducidos hacia la playa de faena, a través de una manga dotada con aspersores, para su duchado. Cabe destacar que esta operación es suprimida en el caso de trabajar con animales no esquilados, porque entorpecería el desollado. Este proceso tiene la función de tranquilizar a los animales, barrer la suciedad de la piel y favorecer el método de electronarcosis (38).

Al final de la manga se encuentra el cajón de noqueo, donde se realiza la operación de insensibilización, a través del método de electronarcosis. Zogbi y Frank (5) describieron el método de electronarcosis para llamas de 90 kg de peso como una descarga eléctrica de 220V que durante 3 segundos se aplica sobre el testuz del animal. Es importante que la zona de contacto este correctamente humedecida para favorecer la conductibilidad de la descarga eléctrica. El objetivo de este método es desconectar al animal del medio, para que no sufra durante el desangrado y facilitar el manejo por parte de los operarios (5); (8); (37).

Una vez noqueado, se abre la puerta lateral del cajón de noqueo, y por su propio peso el animal se desliza sobre una rejilla hacia un nivel inferior. Allí es amarrado por uno de sus miembros traseros, por medio de una manea. Inmediatamente se lo eleva hasta ser encarrilado en un riel, permitiendo su desplazamiento.

Para el desangrado se realiza un ojal en el cuero a la altura de la entrada del pecho, y con otro cuchillo se seccionan los grandes vasos sanguíneos que salen del corazón (cava, aorta anterior y vasos bronquiales). Para evitar la mezcla de líquidos rojos (sangre) y verdes (ingesta) se utilizan piletas de recolección separadas por un tabique (39).

El cuereado o desollado se realiza de la misma forma que en el bovino. Se comienza cuereando manualmente las zonas irregulares, como la cabeza y las extremidades, para luego continuar mecánicamente en las zonas de mayor superficie como el pecho y la espalda (Figura A.2).

El desollado comienza por el miembro posterior libre, desarticulándose la articulación tarso-metatarsiana y realizando un ojal entre el tendón de Aquiles y la tibia para colocar el gancho que sostendrá todo el peso de la canal. Esta operación se denomina cambio de manea por roldana. Una vez alineada la roldana en el riel se procede de igual forma con el otro miembro.

Al mismo tiempo, se realiza el desollado de la región perianal, procediendo al atado del recto, luego se efectúa el desollado del vientre, flancos e ijares. Otro operario desde la parte inferior, separa el esófago de la tráquea, para su posterior atado y así evitar la pérdida de ingesta que contaminaría la res.

Luego se separa la cabeza desarticulándola a nivel de la articulación atlanto-occipital, se cuelga de un gancho y se procede al lavado utilizando un pico de tres vías (uno para la boca y dos para los ollares) al tiempo que se le realiza movimientos verticales sobre la lengua del animal.

En la zona intermedia se procede al eviscerado (ver Figura A.3), primero aserrando el pecho con una sierra de pecho, luego se practica una incisión de dorsal a ventral por la línea alba, exponiendo las vísceras, que se dejan caer en bandejas; diferenciándolas en vísceras rojas (pulmón, hígado, corazón y riñones) y vísceras verdes (estómagos e intestinos).

A continuación se divide la res en dos medias reses o hemicanales, seccionando de dorsal a ventral la columna vertebral por su plano medio utilizando una sierra circular (Figura A.4). Posteriormente, se desarrolla la inspección veterinaria *postmortem*, donde se revisa simultáneamente la cabeza, la media res y las vísceras, en busca de posibles enfermedades (39). Una vez aprobado por el oficial del SENASA, y considerada apta para consumo, se procede al lavado de la media res, mediante un chorro de agua para luego eliminar los restos óseos y de grasa, sangre o coágulos.

Inmediatamente se procede al pesado, tipificación (esta operación no tiene un sistema definido en esta especie) y sellado de la canal.

Se llevan las medias reses a la cámara para su refrigeración, debe llegar a una temperatura de 7° C en la profundidad de la pierna, en 24 horas. En el caso de utilizar cámaras de refrigeración compartidas con bovinos, se debe tener la precaución de controlar la capacidad frigorífica y la velocidad del aire. Esto se debe al tamaño más pequeño de la carcasa en relación a la del bovino, causando importantes pérdidas por mermas en el peso y quemaduras por frío.

Posteriormente se realiza el despostado de la canal a fin de obtener los distintos cortes cárnicos (Figura A.5).

2.1.5.2 FAENA RURAL

La faena se realiza tradicionalmente en el establecimiento del productor y de allí el 100% se comercializa como carne fresca. Están surgiendo algunas alternativas como la instalación de mataderos rurales autorizados por SENASA para una faena controlada, pero al momento tienen poca injerencia en la cantidad total de carne faenada (21).

La carne de llama faenada a campo, se caracteriza por presentar problemas de calidad, como alta carga microbiana, color oscuro y falta de terneza (6).

En el Anexo II se pueden observar el flujograma de la faena rural, desde el pesaje de los animales en el campo hasta el desposte y envasado; así como una serie de figuras representativas de dicha faena.

Este tipo de faena se realiza directamente en el suelo (Anexo II). El animal se maneja, luego se practica la técnica de la puntilla española, seccionando la medula a la altura de la articulación atlanto-occipital, con lo que se obtiene una parálisis general del animal, una disminución de la presión arterial, y la consecuente hipoxia cerebral. Inmediatamente se seccionan los grandes vasos sanguíneos en la base del cuello, incluyendo la tráquea y el esófago. La sangre se recoge en recipientes para su posterior utilización. Se continúa con el desollado y eviscerado del animal, ya sea en el suelo o colgado de sus extremidades posteriores (Figura B.2 y B.3).

Dada la escasez de agua en la región del Altiplano, la faena tiene la particularidad de economizar en gran medida la utilización de este recurso. El desollado, utilizando el cuero como tapiz, sobre el cual se trabaja, evitando que la carne entre en contacto con el suelo. Luego el animal se iza por sus miembros posteriores y se produce el eviscerado. Posteriormente se efectúa el aserrado de media res y la división en los distintos cuartos (Figura B.4). Finalmente, en otra dependencia, se realiza el desposte de las medias reses en mesa (Figura B.5).

Otro tipo de faena es la de tipo ritual, denominada Ch'illa (5); (40), práctica andina autóctona que consiste en realizar una incisión de 10 cm en el ijar derecho, por detrás de la última costilla, abordando la cavidad abdominal, para luego ingresar

a la cavidad torácica, y llegar hasta la base del corazón; allí se realiza la ruptura de la arteria aorta ascendente con la mano. Esta técnica demora 30 segundos y toda la sangre se colecta en la cavidad torácica sin derramarse, con el objetivo de no manchar con sangre la tierra, que es considerada sagrada para los pobladores rurales de esta zona.

2.1.6 PRODUCTOS CÁRNICOS

Se denominan productos cárnicos a los obtenidos tras someter la carne a diversos métodos de conservación, como la deshidratación, el ahumado, el curado, la fermentación y la cocción. De esta forma se prolongan los tiempos de conservación y permite el aprovechamiento casi total de la canal. En función de las técnicas de fabricación o tratamientos tecnológicos empleados para su elaboración, se clasifican en frescos, crudo-curados y cocidos.

En los últimos años se ha incrementado el interés por parte de la industria cárnica en desarrollar productos cárnicos con alto valor biológico, de fácil distribución y con características organolépticas aceptables (37).

El Código Alimentario Argentino define al “Charqui” o “Charque” a la carne magra de las especies de consumo permitido, secada al aire, con calor artificial o al humo, con adición de sal (41). El charqui de Llama, se elabora con carne fileteada, desgrasada, salada y luego secada. La baja humedad del aire, habitual de la Puna; favorece el proceso de secado que tradicionalmente se realiza a la intemperie. Un kilo de carne fresca rinde aproximadamente 300 gramos de charqui (3). El término “*Chalona*” se refiere también a carne de llama deshidratada, pero a diferencia del charqui es sin deshuesar (3).

Con el objetivo de revalorizar los productos en base a carne de la llama, se han desarrollado emulsiones cárnicas a base de hígado. Esta víscera posee una capacidad de emulsión apta para la elaboración de paté con características organolépticas adecuadas (42).

2.2. CALIDAD DE LA CANAL

Se entiende por res (canal o carcasa) el animal mamífero de elaboración permitida en establecimientos habilitados, después de sacrificado, sangrado, desollado, extirpada la cabeza, extremidades a nivel del carpo y tarso, cola y mamas y eviscerado (39).

La definición de la canal varía dependiendo de la especie animal, como así también del lugar de origen. De esta forma mientras en algunos países se comercializa la canal del cerdo con cabeza, en otros se realiza sin la misma, lo mismo sucede con los corderos. Para el caso de la llama se denomina canal, al animal dividido en dos hemicanales limpias, extirpada la cabeza, las extremidades a nivel del carpo y tarso (5).

Existen distintas definiciones sobre el concepto de calidad y específicamente sobre calidad de carne y de la canal, sin llegar a un consenso. La calidad se puede definir como el conjunto de propiedades y características de un producto, de un proceso o de un servicio que le confieren aptitud para satisfacer necesidades explícitas o implícitas (43). También se considera la calidad como la posibilidad de que un consumidor esté dispuesto pagar un precio diferencial por un producto determinado y el consumo del mismo se repita.

Esto no es un concepto estanco, cada actor de la cadena cárnica tiene un concepto de calidad basado en sus propios intereses. De esta forma el productor se interesa en el peso vivo y el rendimiento al gancho, en cambio para la industria la calidad se basa en las propiedades funcionales como pH, capacidad de retención de agua (CRA), rendimiento, porcentaje de mermas. Por último el consumidor valora las características organolépticas y la relación precio-calidad.

Se entiende por calidad de la canal a la proporción y distribución de distintos componentes de la canal y la geometría de los mismos (44). Debe tenerse en cuenta que la calidad de la carne y la canal puede ser afectada por diferentes factores, tanto *antemortem* como *postmortem* (8); (14). El manejo inadecuado al transportar los animales hasta el matadero, las condiciones de sacrificio, el método de insensibilización, el sangrado, el cuereado, y las condiciones de refrigeración de las primeras 24 horas *postmortem*; puede afectar en forma negativa la calidad de la carne. Es recomendable estudiar las características del comportamiento de los

animales, diseñar equipos y operaciones de manejo adecuadas para cada especie (8).

Para poder estimar la calidad de la canal se han estudiado distintos métodos tanto objetivos, como subjetivos. Desde largo tiempo se han utilizado métodos subjetivos para determinar la calidad de la canal, la que se realiza mayoritariamente a través de la apreciación visual (7); (8).

Como se menciona en la introducción la Ley Federal de Carnes establece un sistema de calidad de la canal basada en su clasificación y tipificación que tiene el objetivo de reflejar las bondades de la carne de llama.

2.2.1 PARÁMETROS QUE DEFINEN LA CALIDAD DE LA CANAL

Además, de todas las características antes mencionadas, la calidad de la canal está definida por aquellas características que le otorgan una máxima aceptación en el mercado y que se traduce en un mayor precio hacia los consumidores (8).

La calidad recoge aspectos de seguridad de los alimentos, bienestar de los animales, trazabilidad, etiquetado y denominaciones de origen, producciones ecológicas y aplicación de hormonas, entre otros (45). Desde el punto de vista productivo ésta depende fundamentalmente de las proporciones de hueso, músculo, grasa y desperdicios, determinando así el porcentaje y calidad de carne.

La calidad de la canal está afectada principalmente por la genética, la nutrición, el sexo y el manejo *antemortem*. Como indicadores de calidad de la canal se utilizan los datos de peso de canal, rendimiento al gancho, conformación, grado de engrasamiento, porcentaje de magro y daños en la canal.

2.2.1.1 PESO DE LA CANAL Y RENDIMIENTO

El peso de la canal se puede definir como el peso del animal sacrificado, desangrado y sin vísceras entero o dividido por la línea media, sin lengua, pelos, pezuñas, órganos genitales, grasa pélvico-renal, riñones y diafragma. Generalmente

este peso se toma una vez que está preparada la canal, durante la clasificación y tipificación, y previo a la refrigeración (8).

El rendimiento de la canal se obtiene a partir de la relación entre el peso neto sobre el peso vivo del animal. Este índice está influenciado por su presentación, por las pérdidas previas al sacrificio (por desbaste), por las pérdidas por oreo y por el peso de las vísceras y método de desangrado (7).

El estudio del rendimiento de la canal tiene una connotación netamente económica. Al consumidor le interesa específicamente la porción de carne que pueda comercializarse y que denomina potencialmente útil (8).

Existen cuatro grupos de factores que inciden sobre la calidad de la canal, a saber: factores genéticos (efecto de la raza, evolución genotípica y genética), factores sexuales (efecto de la castración), factores alimentarios (densidad energética, racionamiento) y factores *antemortem* (ayuno previo, tiempo de transporte, tiempo de espera en el matadero).

Tabla II: Rendimiento de la canal en distintas especies

Especie	Rendimiento (%)
Ovino ^a	50
Vacuno ^a	53
Alpaca ^b	55
Llama ^b	57
Porcino ^a	75
Pollo de Carne ^a	72

Fuente: (a) Warris (8); (b) Rossanigo *et al.* (24)

En la Tabla II se observan los rendimientos de distintas especies, en la llama el rendimiento de la canal es alto en comparación con otras especies: un promedio de 55% en alpacas y 57% en llamas, con una media de pesos adultos de 116 kg para llamas y 60 kg para alpacas (24).

El peso de la canal es una característica de gran interés puesto que influye en la conformación, engrasamiento, composición de tejidos y proporción de piezas. Está directamente correlacionado con el peso de sacrificio, y éste debe coincidir con el punto de madurez en el cual la raza alcanza un nivel de calidad deseable u óptimo

(46). Comercialmente el peso de la canal y su clasificación determina su valor, siendo el adoptado por las industrias cárnicas (47).

El rendimiento es mayor en llamas que en cabras y ovejas, criadas en condiciones ambientales similares. Se encuentra un rendimiento de $56,1\% \pm 2,5$ en llamas machos jóvenes y de $55,8 \pm 1,9$ en adultos criados en Chile (2).

Se observa que los cortes comerciales, pierna y paleta, muestran una alta proporción de músculo y grasa, y una baja proporción de hueso, comparado con cabras y ovejas (2).

2.2.1.2 CLASIFICACIÓN Y TIPIFICACIÓN

La clasificación y tipificación de las canales es un método obligatorio en la mayoría de los países. Los sistemas de clasificación comercial tienen como objetivo establecer un entendimiento entre los oferentes y los demandantes, de esta forma un comprador sabe qué calidad está comprando, y qué destino le dará (48); (49). Es una forma de acercar el productor al consumidor, por ser el primero quien deberá adaptarse a la demanda del mercado.

Como se mencionó anteriormente, la clasificación se puede realizar por medidas objetivas o subjetivas. Generalmente, una vez terminada la faena, se realiza la tipificación y clasificación de las canales en un palco destinado para tal fin que cuenta con una iluminación de 500 LUX; apropiado para la observación visual, sin producir sombras ni cambios que afecten la coloración de la carcasa

La clasificación subjetiva se basa en la apreciación visual de la canal, por parte de un evaluador entrenado, quien dictamina qué puntuación se le otorga a cada canal, en base a estándares específicos sobre la conformación o perfil isquiotarsiano (PIT) y el grado de engrasamiento o terminación, permitiendo predecir el contenido de carne magra de la canal.

El método objetivo incluye técnicas básicas, como la utilización de la Regleta, que mide el espesor de grasa dorsal en milímetros, hasta métodos instrumentales más complejos tales como la sonda Fat'o'meater[®] o el Hennessy[®]G.P; ambos programados para dar el porcentaje de magro y espesor de grasa dorsal de la canal en un display fácil de leer (7).

Otros métodos más avanzados incluyen el uso de scanner ultrasónico, como el Ultrafom® 300 o el Ultrameter® que permiten trabajar en línea, posibilitando la determinación de la composición de los cortes, la relación músculo-grasa y músculo-hueso, la predicción del rendimiento de los 4 cortes primarios (jamón, paleta, chuleta y panceta) y su peso. Por último, el método de visión artificial AutoFom®, consiste en la digitalización de imágenes que son convertidas en matrices de puntos, aportando información sobre: la composición de la canal, su luminosidad, color, entre otros parámetros (50). Estos equipos son implementados solo en grandes salas de sacrificio, principalmente porcinas, ya que por su elevado costo necesitan trabajar a gran escala.

En la actualidad, el uso de cualquiera de los sistemas de clasificación, tiene una alta incidencia en el valor de la canal, siendo necesario el desarrollo de estos sistemas para la clasificación de carne de llama, puesto que aún son inexistentes.

La clasificación en carcasas de camélidos (llama y alpaca) se podría evaluar mediante la observación de las diferentes regiones anatómicas en particular de tres partes importantes: cuartos traseros (dentro del cual se prestará atención a la pierna, grupa, región lumbar), lomo y paleta.

2.2.1.3 ENGRASAMIENTO

El estado de engrasamiento de la canal puede definirse como la proporción de grasa que presentan las canales respecto de su peso, se busca un estado de engrasamiento mínimo pero suficiente para una buena conservación y transporte de las canales y para proporcionar a la carne propiedades sensoriales óptimas. El estado de engrasamiento se puede determinar mediante medidas objetivas y por apreciaciones subjetivas. Entre las primeras se encuentran la medida del espesor de la grasa dorsal y la cantidad de grasa pélvico-renal y entre las segundas la valoración visual del estado de engrasamiento y la apreciación de la grasa pélvico-renal (50); (51).

La relación entre las medidas de la grasa (espesor de la grasa dorsal y puntuación del estado de engrasamiento) y el porcentaje de grasa en la canal depende del peso según Ruiz de Huidobro (52).

La grasa subcutánea de la canal actúa como cobertura, siendo importante porque evita efectos indeseables, tales como las pérdidas por oreo, acortamiento por frío, quemaduras por frío y contaminación microbiana. Igualmente excesos en la cantidad de grasa conlleva una depreciación económica ya que en la actualidad los consumidores se inclinan hacia canales con una menor cobertura grasa.

Los comerciante o intermediarios clasifican el grado de engrasamiento de la llama en: de primera o “*riñón tapado*” (gorda, color claro y buen aspecto sanitario), de segunda o “*medio riñón*” (regularmente gorda, buen color y aspecto sanitario) y de tercera (flaca, aspecto gelatinoso, color oscuro y aspecto sanitario dudoso) (53).

2.2.1.4 CONFORMACIÓN

La conformación es la característica de la canal que nos indica su forma general (54). Se la define como el espesor de los planos musculares y adiposos en relación al tamaño del esqueleto, distinguiendo entre los términos de muscularidad (relación entre el grosor del músculo y el tamaño del esqueleto) y conformación (relación entre el grosor del músculo y de la grasa con el tamaño del esqueleto que los soporta) (51). En líneas genéres, cuanto mejor es la conformación de la media res, mayor es el volumen y rendimiento de carne. Se valora visualmente la conformación del PIT isquiotarsiano, en una escala de cinco puntos (48); (49) (ver Tabla III).

Tabla III: Patrones de perfil isquiotarsiano

Clase	De perfil:
1	Las canales presentan perfiles cóncavos a muy cóncavos deficiente y escaso desarrollo muscular.
2	Presenta un desarrollo muscular medio con perfiles rectilíneos a cóncavos.
3	Las canales presentan un buen desarrollo muscular con perfiles rectilíneos en conjunto, aunque en las regiones torácica y pélvica no es máximo.
4	Las canales se ven armoniosas con buen desarrollo muscular convexos en conjunto, con músculos cortos, anchos y redondeados
5	En el cual todos los perfiles son convexos a muy convexos con un desarrollo muscular excepcional con masas musculares prominentes y redondeadas.

Fuente: adaptado de ASPA (49).

2.2.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LA CANAL

2.2.2.1 FACTORES INTRÍNSECOS

2.2.2.1.1 SEXO

Respecto al sexo de los animales se ha estudiado en otros rumiantes como el bovino, que existe una mayor incidencia de carnes oscuras, firmes y secas o carnes DFD (de los términos en inglés Dark, Firm and Dry), en machos enteros respecto a las hembras, probablemente debido al estrés desencadenado por la rivalidad entre machos (7).

Un estudio realizado en llamas que poseían entre doce meses y tres años de edad, indica que el sexo y la edad parecen no tener efecto sobre las características corporales y de la canal, ni en la composición química de la carne; excepto para el rendimiento, en donde se encuentran diferencias significativas, siendo más pesados los machos (2), al igual que en otras especies como el bovino.

En cuanto a largo y el peso de la canal se encuentran diferencias significativas entre machos y hebras jóvenes, no así en animales adultos (2).

La proporción de cortes comerciales no está afectada por la edad y sexo, excepto por la proporción de pierna y cola en hembras en donde los animales más jóvenes presentaban una proporción mayor (2).

El aspecto de la grasa subcutánea en bovinos puede variar según el sexo del animal, siendo granulada en machos y lisa en las hembras (55).

2.2.2.1.2 RAZA

Si bien se sabe que existen diferencias significativas en cuanto a la raza para bovinos y ovinos (8), esto no está estudiado en los CSD.

2.2.2.1.3 EDAD Y PESO

En un estudio comparativo se observó que el peso en caliente de la canal de llama es superior a las de alpaca, aunque en la alpaca el porcentaje de dressing o rendimiento fue superior (11), el mismo estudio indica que proporcionalmente en la canal de llama, las piernas, el tórax y los cortes carniceros son más pesados en comparación con los cortes de alpaca, mientras que la paleta y el cuello son pesados en alpacas comparado con la canal de llama (11).

La edad de faena o edad de maduración es una estimación de la edad fisiológica del animal al momento de la faena. El United States Department of Agriculture (USDA) utiliza el estado de madurez para determinar el Quality Grade for Beef en la canal (56). Puede ser estimado por el tamaño, el grado de osificación de los huesos y cartílagos, así como por el color y la textura de la carne fresca que produce la canal. Se considera que cuanto mayor sea el espesor de dicho cartílago; menor será la edad del animal. En el caso de los bovinos también se utiliza como referencias la morfología del esternón y el perfil de las costillas, estas últimas más cilíndricas al corte en animales jóvenes y más achatados en animales adultos.

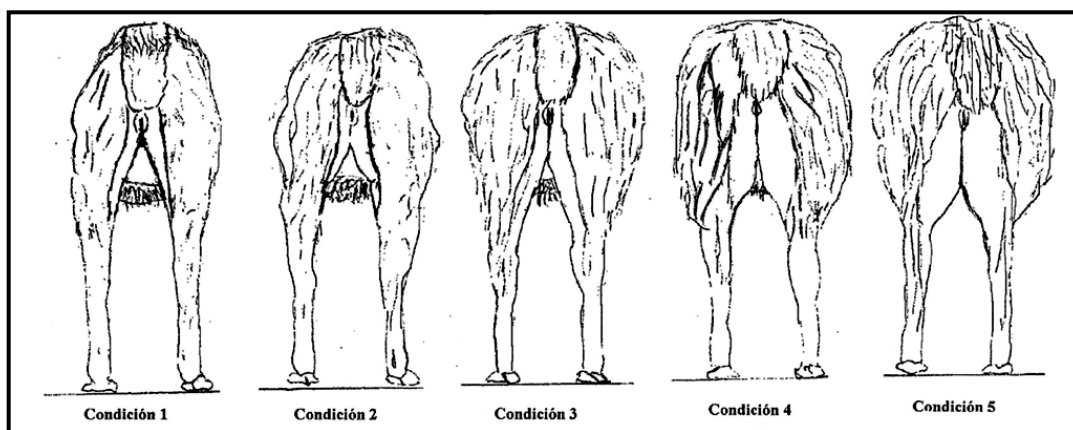
2.2.2.1.4 CONDICIÓN CORPORAL

La condición corporal (CC) es una evaluación subjetiva de la cantidad de energía almacenada en forma de grasa y músculo que un animal posee en un momento dado. Es subjetiva porque mediante la observación y/o palpación de diferentes regiones anatómicas del animal, se determina una puntuación (score) que se corresponde con la cantidad de tejido de reserva que el animal dispone para cubrir los requerimientos de mantenimiento y producción. Además indica el estado nutricional del animal, por deficiencia o por exceso (57). Existen algunas patologías que conllevan a emaciación, por lo tanto es importante desde el punto de vista sanitario. A nivel comercial es una herramienta utilizada para evaluar el grado de terminación del animal y su posterior venta para faena.

A fin de evitar los posibles errores del observador se establecen escalas de condición corporal. Esta técnica permite que un operario con una instrucción básica pueda aplicarla (58).

En la llama la zona anatómica de aplicación más apropiada es la región pelviana y lumbar, utilizando una escala similar a ovinos y caprinos (58).

Otra metodología es la introducida por Frank (29), en la que compara un dibujo de la región perineal (muslos), y se asigna una escala de 5 puntos (ver Figura N° 2 y Tabla IV). Es posible usar la puntuación de condición corporal, como método de evaluación, a fin de aplicarla al manejo de los animales.



Fuente: Frank (29)

Figura 2: Grado de Condición Corporal en CSD

Tabla IV: Escala de condición corporal

	Característica
CC 1	Triángulo perfecto, visualización del vientre
CC 2	Triángulo cerrado, visualización del vientre
CC 3	Triángulo mínimo, menor vientre
CC 4	Triángulo desaparece, mínimo vientre
CC 5	Desaparece triangulo y panza, jamones se tocan

Fuente: Frank (29)

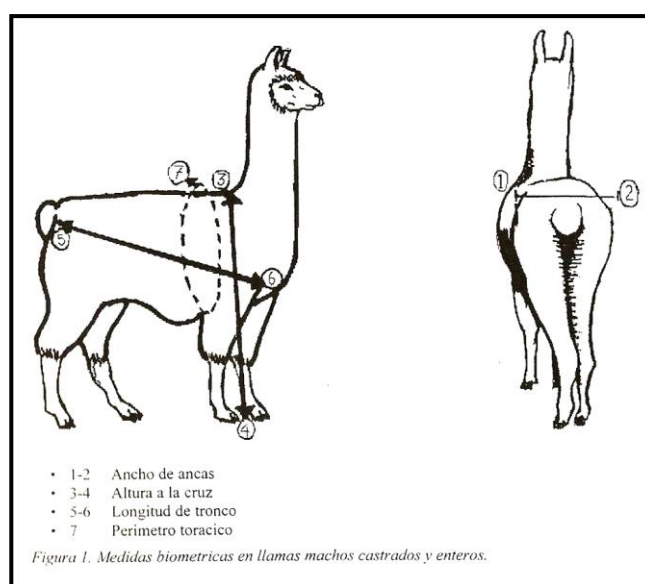
2.2.2.1.5 MEDIDAS BIOMÉTRICAS

Algunos autores toman como referencia 11 medidas biométricas a saber: largo de cuello (LDC), perímetro superior del cuello (PSC), perímetro inferior del cuello (PIC), perímetro torácico (PT), ancho de pecho (AP), altura a la cruz (AL),

altura a la grupa (AG), ancho de cadera (ADC), ancho de isquion (AI), longitud dorsal (L) y peso vivo (PV), (59).

Estas variables están directamente relacionadas con el desarrollo de la masa muscular en relación al total de la masa corporal, por lo que se recomienda su uso como indicadores biométricos para la selección temprana de llamas para producción de carne (60).

En la Figura 3 se pueden observar las principales medidas biométricas consideradas por Condori *et al.* (61) en CSD.



Fuente: Condori *et al.* (61)

Figura 3: Medidas biométricas *in vivo* en CSD

2.2.2.1.6 PREDICCIÓN *IN VIVO* DE LA COMPOSICIÓN DE LA CANAL

La predicción de la composición y calidad de la canal “*in vivo*” puede efectuarse a través del método de ecografía de grasa dorsal. Es un método objetivo no invasivo, que junto a la determinación del PV y la CC, podría determinar el momento óptimo de faena y ser usado además como herramienta de selección de reproductores carniceros (7). Actualmente este método se utiliza en bovinos, ovinos y caprinos (62).

Se utiliza un transductor especial, que se coloca perpendicularmente a la columna vertebral a la altura de la decimotercera costilla. Para evitar que la imagen

se distorsione por capas de aire o pelo, se coloca un gel entre la piel del animal y el transductor. Estos equipos estiman con elevada precisión el espesor de grasa subcutánea, el espesor del músculo *Longissimus dorsi* y el área de ojo de bife (63).

Otras técnicas como la tomografía axial computada o la resonancia magnética pueden llegar a mejores resultados, pero su uso en producción animal es poco factible por los altos costes de estos equipos (7).

2.2.2.2 FACTORES EXTRINSECOS

2.2.2.2.1 PRODUCCIÓN EN ALTURA

La crianza CSD es del tipo extensivo, sobre la base pastoril, con alimentación casi exclusivamente de pasturas naturales. Los camélidos son poco afectados por cambios microambientales y pueden utilizar casi todos los recursos pastoriles de la puna, de tal suerte que estos animales constituyen el recurso alimenticio más estable del Altiplano. Su adaptación a las elevadas altitudes permite extender la zona de producción por arriba de los 4250 metros sobre el nivel del mar donde ni la agricultura, ni la crianza de ovinos y ovinos son rentables (25).

En general estos animales pastorean durante el día y son encerrados durante la noche, sin agregado de suplemento.

2.2.2.2.2 PRODUCCIÓN EN PLANICIE

Si bien la llama y la alpaca, conformaron la ganadería doméstica autóctona, se fueron reemplazando por ganado doméstico (cabras, ovejas y vacas) que trajeron los conquistadores de la península ibérica. Sin embargo tendencias actuales de producción están revalorizando esta especie.

Rossanigo *et al.* (24) comprobaron la excelente adaptación de la llama en un establecimiento típico de producción bovina en la provincia de San Luís, el manejo

en estos campos de cría bovina arrojó parámetros biológicos y productivos superiores a otras regiones del país.

Coates y Ayerza (10), estudiaron el contenido y perfil de ácidos grasos en el músculo de llama, para animales criados en altura (Neuquén) y animales criados en planicie (Buenos Aires), no encontrando diferencias significativas entre ambos grupos en estudio.

2.3. CALIDAD DE LA CARNE

La carne se obtiene como tal, luego del proceso de maduración o transformación músculo-carne que inicia inmediatamente al ser sacrificado el animal (8); (64). Se entienden distintos tipos de calidades en carnes, como la calidad nutricional, calidad funcional o tecnológica, calidad sensorial y calidad higiénico-sanitaria.

La calidad de la carne está afectada principalmente por la genética, la nutrición, el sexo y el manejo *antemortem*. Como indicadores de calidad de carne se utilizan los datos de pH, la CRA, la contaminación microbiana, el color y las características sensoriales. Actualmente otro aspecto no menor, a considerar es la calidad desde el punto de vista ético, en donde se enfatiza el bienestar animal (5), el medio ambiente y la trazabilidad de los alimentos.

Existe un nuevo concepto plasmado por López Vargas (65) que diferencia la “*calidad de carne*” de la “*carne de calidad*”. Como lo plantea el autor, solo aparenta una diferencia semántica, pero la *calidad de carne* se refiere a las propiedades objetivas, como propiedades funcionales; mientras que *la carne de calidad* apunta a lo subjetivo, principalmente las preferencias de los consumidores.

Una mejor información por parte de los consumidores, sobre la calidad de carne de llama incrementaría la aceptación y las ventas, lo que elevaría el precio y consecuentemente los ingresos de los productores (9).

La falta de legislación clara en algunos países hace que esta carne se venda en la semiclandestinidad. Dentro de la creencia popular, la carne de llama es nutritiva, pero deficiente en el aspecto sanitario. En general, es consumida por las clases populares, siendo la clase media de los países andinos quienes se mostraban

más reacios a su consumo, como una forma de diferenciarse de la clase indígena (4).

2.3.1 DETERMINACIÓN INSTRUMENTAL DE LA CALIDAD DE LA CARNE

2.3.1.1 pH

El potencial de hidrógeno (pH) *postmortem* está determinado por la cantidad de ácido láctico producido durante la glicólisis anaeróbica (66). Desde hace bastante tiempo, el pH se considera como un importante predictor de la calidad de carne. El mismo está relacionado tanto a la estabilidad microbiológica de la carne, como a sus propiedades funcionales, la conversión músculo-carne, y el estado de maduración, entre otras (64).

Los defectos en las curvas de descenso de pH *postmortem* traen diversos problemas tecnológicos. Cuando el descenso es muy abrupto da lugar a carnes pálidas, blandas y exudativas (PSE), y cuando es muy lento, da lugar a carnes oscuras, firmes y secas (DFD), ambas con sus consecuentes pérdidas económicas (64)

Las curvas de descenso de pH son propias de cada especie, y es necesario determinarlas para generar un patrón a fin de poder controlar en línea el estado la canal. En el caso del cerdo el pH se evalúa a los 45 minutos de faenado el animal, por su mayor predisposición a presentar carnes PSE, mientras que en el bovino se toma entre las 24 y 48 horas *postmortem* por mayor predisposición a presentar carnes DFD.

El pH puede verse afectado por numerosos factores: estado nutricional, estrés previo a la faena, estado sanitario, ayuno prolongado y predisposición genética.

En el caso de los CSD Cristofanelli *et al.* (11) reportan un descenso de pH en la carne de llama, bajo condiciones de refrigeración, partiendo de valores de 6,85 a una hora de faenado (tiempo 0), llegando a valores de 5,6 a las 24 h, y 5,57 a las 48 h *postmortem*.

2.3.1.2 COLOR

El color se puede definir como una sensación subjetiva, resultado de una compleja serie de respuestas fisiológicas y psicológicas a la radiación electromagnética de longitudes de onda comprendidas en el intervalo de 400-700nm (67).

El color de la carne es el principal parámetro que tiene en cuenta el consumidor al momento de realizar la compra, por lo tanto es fundamental preservarlo y que no se pierda durante el almacenamiento. En general el consumidor relaciona el color de la carne con las propiedades sensoriales y la frescura del producto. El mismo está influenciado por el contenido de pigmentos (Mb y hemoglobina), almacenamiento y condiciones *antemortem* y *postmortem*.

El consumidor está acostumbrado a que la carne fresca tenga un color rojo brillante, con el tiempo la carne refrigerada tiende a oscurecerse, tornándose de color menos saturado, grisáceo y más rojo púrpura comparado con el rojo cereza deseado en la carne de ternera. Este aspecto no solo le interesa al consumidor, ya que el industrial necesita un color uniforme en todo el producto y en los distintos lotes de producción, además de mejorar el color de acuerdo a las expectativas del consumidor.

Una nueva teoría sostiene que al analizar el color de la carne se deben considerar otros aspectos, como el “*claro visual*” (color, brillo y uniformidad de color) y la “*textura visual*”, imaginando el efecto que producirá en el consumidor (65).

Existen dos métodos de evaluación del color de la carne, uno subjetivo y otro objetivo. El primero, es una apreciación visual basada en la comparación del color de la carne con cartillas de color. Este método trata de definir objetivamente las características percibidas por los sentidos.

La medición instrumental u objetiva del color, se realiza a través de espectrofotometría de reflectancia. Se mide sobre el objeto determinando las coordenadas de color del espacio CIELAB, (L*: luminosidad; a*: coordenada rojo-verde; b*: coordenada amarillo-azul) dado por la Comisión Internacional de Iluminación. A estas variables se agregan el croma (C*) o colorido que evalúa cuán “fuerte o débil” es un color; el tono (H*) que hace referencia a la sensación visual y la diferencias de color (ΔE). Este método se basa en el uso de observadores y fuentes e iluminación estándar (68), para evitar cualquier tipo de variabilidad.

2.3.1.3 TEXTURA

Como se nombro anteriormente el color es el principal atributo buscado por el consumidor al momento de la compra, pero la percepción de la textura es lo que influenciará directamente en la repetición de la compra.

La textura o terneza en la carne está relacionada directamente al contenido y tipo de tejido conjuntivo (colágeno y elastina principalmente) presente en el músculo (66); (69). En los músculos de mayor actividad, como los locomotores, se encuentra una mayor concentración de tejido conectivo, presentando mayor dureza. A su vez, con el aumento de la edad las fibras de colágeno sufren un entrecruzamiento (cross-linking), aumentando la resistencia a la masticación de la carne.

Robertson *et al.*, (70) recomienda la utilización de estimulación eléctrica de alto voltaje en la carcasa de llamas, 50 minutos *postmortem*, para aumentar la terneza de la carne, así como reducir la variación entre individuos.

Se han realizado estudios de terneza en carne de llama al vacío por 3, 7 y 14 días, mostrando que el almacenamiento prolongado reduce los valores de corte (más tierna) de carne cocida (70). La nalga de afuera fue encontrada demasiado resistente, aún luego de 14 días de almacenamiento, el peceto fue el más tierno, seguido por la nalga de adentro, el bife angosto, y el bife ancho (70).

La terneza de la carne se mide utilizando cortes prismáticos de 3 cm de largo x 1 cm de ancho x 1 cm de alto, teniendo en cuenta que el corte se realizará perpendicularmente a la dirección de la fibra. Se utiliza una célula de corte Warner-Bratzler, obteniendo como parámetro la fuerza de corte o cizalla (7).

2.3.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LA CARNE

2.3.2.1 FACTORES INTRÍNSECOS

2.3.2.1.1 TIPO DE MÚSCULO

El diámetro de las fibras musculares varía con la especie, el tamaño corporal, la edad cronológica y el grado de actividad (64). Esto determina el tipo de granulación que presenta la carne al corte, siendo más visible a mayor edad, aumentando así la dureza de la carne.

Grazziotti *et al.* (71) han determinado en diversos músculos de llama el tipo fibrilar como estudio preliminar útil para ulteriores investigaciones sobre la calidad de la carne. Los músculos rectofemoral y glúteo medio tienen mayor nivel oxidativo que los músculos restantes, y menor cantidad de fibras blancas tipo IIB que los otros músculos considerados, teniendo en principio mejor condición relativa al sabor, jugosidad y pH *postmortem*, y menor condición para la ternura de la carne.

2.3.2.1.2 RAZA (GENÉTICA)

Existen diferencias genéticas: entre especies, razas dentro de una misma especie, entre líneas genéticas dentro de una misma raza y entre individuos. Estas pueden influir sobre el color, la ternura y el grado de engrasamiento muscular. La ternura está muy influenciada por factores inherentes al animal, como su constitución genética, el manejo y la alimentación, y también por las prácticas durante el sacrificio y manipulación posterior de la carne. A nivel productivo se pueden lograr mejoras en la aceptabilidad de la carne a partir de una selección genética.

En el caso de los bovinos, la raza afecta significativamente la ternura de la carne para la fuerza de corte (kg/cm^2) entre Bramhan puro y las cruas con

Aberdeen Angus, debido a una menor concentración de calpaína en la raza Bramhan y mayor de calpastatina (72).

En la Tabla V se puede observar las heredabilidades estimadas de peso vivo, altura a la cruz, perímetro torácico, longitud de cuerpo y perímetro abdominal en las llamas. Las heredabilidades de las medidas zoométricas fueron más bajas que la del peso vivo (73). Durante la elaboración de este estudio no se encontraron en la bibliografía heredabilidades relacionadas a calidad de carne de llamas.

Tabla V: Heredabilidades estimadas, correlaciones genéticas y correlaciones ambientales de efectos permanentes en llamas.

	PV	AC	PT	LC	PA
PV	0,36 ± 0,08	0,66 ^a	0,83 ^a	0,87 ^a	0,82 ^a
AC	0,63a	0,27 ± 0,04	0,81 ± 0,02	0,77 ± 0,02	0,65 ± 0,03
PT	0,64a	0,99 ± 0,05	0,15 ± 0,04	0,63 ± 0,04	0,94 ± 0,02
LC	0,62a	0,99 ± 0,04	0,99 ± 0,05	0,09 ± 0,03	0,55 ± 0,02
PA	0,65a	0,77 ± 0,06	0,75 ± 0,07	0,86 ± 0,07	0,11 ± 0,02

H. estimada (sobre la diagonal); Correlaciones genéticas (arriba de la diagonal) y ambientales (debajo de la diagonal) ^a no se puede estimar la desviación estándar. PV: peso vivo; AC: altura a la cruz; PT: perímetro torácico; LC: longitud de cuerpo; PA: perímetro abdominal.

Fuente: Stemmer *et al.* (73)

2.3.2.1.3 SEXO

En bovinos está estudiado que los machos enteros presentan problemas de falta de uniformidad en terneza y de un endurecimiento más notorio con la edad que los machos castrados (8).

El sabor se puede afectar en machos enteros, presentando un sabor más fuerte, o como en el caso del cerdo puede haber un defecto sensorial, con una aroma y sabor rechazados por los consumidores, denominado olor sexual, debido a contenidos elevados de escatol y androstenona (74).

Pérez *et al.* (2) al estudiar llamas de ambos sexos, criados en el área central de Chile, separados a su vez en adultos, (>3 años) y jóvenes (9-12 meses); encontró que la composición química de la carne de llama, no estaría influida por la edad y el sexo.

La castración disminuye el contenido de colesterol e incrementa el contenido de ácido linolénico de la grasa muscular. Estos cambios son deseables desde el punto de vista de la salud. Por el contrario, la castración aumentó la cobertura grasa de la canal y grasa intramuscular (marbling) del ojo de bife de llama (10).

2.3.2.1.4 EDAD Y PESO

La edad del animal afecta directamente la calidad de la carne, específicamente sobre el color, la textura, el sabor.

Está estudiado que la edad de faena del animal es directamente proporcional a la dureza de la carne, debido a cambios en las propiedades del tejido conectivo y el grado de engrasamiento. En lo que refiere al tejido conectivo, sucede por el estado de entrecruzamiento de las fibras de colágeno (crosslinking), que aumenta con la edad. Estas fibras son muy resistentes a la cocción por lo que persisten luego del tratamiento culinario, aumentando la dureza de la carne. Esto es descripto en bovinos como no lineal, ya que aumenta hasta los nueve meses, para disminuir hasta los dieciocho meses.

En bovinos no se encontraron diferencias significativas sobre la terneza entre distintos pesos de la canal a una misma edad, sobre muestras del músculo *Longissimus dorsi* (bife angosto) en machos castrados con pesos vivos de 300, 400 y 500kg (64).

Hay un aumento del color con la edad, por la mayor concentración de Mb, incrementándose la intensidad de color. En la Tabla VI, se puede observar la variación de la concentración de Mb en el músculo de distintas especies según su categoría (75). Para el caso particular de la llama, si bien no se encuentran actualmente estudios, esto se ve potenciado por la mayor concentración de Mb, debido a la altura.

El flavor de la carne aumenta con la edad, probablemente por el aumento de la concentración de nucleótidos en el músculo que son degradados a ácido inosínico e hipoxantina *postmortem* (75). Otros autores afirman que esto se debe a los cambios metabólicos relacionados con la modificación cualitativa y cuantitativa de la grasa intramuscular durante el desarrollo del animal (7).

Tabla VI: Concentración de mioglobina en músculo de varias especies

Vacuno	mg/ g tejido
Lechal	1-3
Ternero	4-10
Adulto	16-20
Ovino	mg/ g tejido
Cordero	2,5-8
Borrego	12-18
Porcino	mg/ g tejido
Animal Joven	0,3-3
Animal Adulto	8-12

Fuente: Realini (75)

Una problemática frecuente es que los animales que integran sistemas mixtos fibra-carne, son faenados a edad adulta, en detrimento de las características organolépticas de la carne. Así, animales jóvenes de dos años de edad, con buen estado de engrasamiento, presentan una buena calidad de carne; mientras que animales adultos como machos o hembras de descarte representan una mala calidad de carne.

Otro aspecto muy importante en la carne de llama es que en animales de corta edad no son visibles los quistes producidos por *Sarcocystis aucheniae*, que dan un mal aspecto a la carne fresca, con una incidencia del 20 al 70% (76).

Frank *et al.* (77) a través de evaluaciones objetivas y subjetivas, señala que en llamas argentinas a la edad de dos años se encuentra la mejor calidad de la canal y de la carne.

2.3.2.2 FACTORES EXTRINSECOS

2.3.2.2.1 ALIMENTACIÓN

La alimentación tiene una gran influencia sobre la calidad de carne, que a su vez está relacionada al sistema de producción. La misma afecta el color, por ejemplo animales en pastoreo pueden tener más concentración de Mb, causada por una mayor actividad física (75). En animales alimentados a pasturas, el color de la grasa puede presentar una tonalidad amarilla. Esto se debe a la presencia de altos niveles β -carotenos y xantofilas que se depositan en la grasa animal. Eso es más marcado en adultos, en donde la grasa presenta un color amarillo intenso. Por el contrario, sistemas productivos basados en alimentos concentrados tienden a presentar postfaena grasas de color rosa pálido (55); (78). Animales con una alimentación adecuada pueden depositar grasa en forma intramuscular (marmoleado o veteado), lo que conlleva a un aumento de la terneza, facilitando la masticación.

En el caso de animales criados en forma intensiva, el mayor depósito de grasa prevendría el acortamiento por frío y por lo tanto mejora la terneza.

La alimentación sobre pasturas puede estar asociada a la producción de algunos compuestos indeseables (*grassy flavors*), lo que se evita con alimentación intensiva durante la etapa de terminación (79).

Si hay una deficiencia nutricional previa a la faena, puede ocasionar la aparición de carnes DFD con el consiguiente oscurecimiento de la carne (64).

2.3.2.2.2 ÉPOCA DEL AÑO

Lobo *et al.* (6) realizaron un estudio sobre llamas faenadas en tres épocas del año (verano, primavera y otoño), encontrando diferencias significativas, siendo menores los valores de pH y acortamiento *postmortem* en verano, respecto a las otras estaciones; posiblemente debido a la disponibilidad de pasturas y una variación en el metabolismo basal por cambios de temperatura ambiente.

2.3.3 HIGIENE

La carne puede ser vehículo de una serie de enfermedades que ponen en riesgo la salud alimentaria (14); (38); (39).

El consumo de carne de llama, como charqui, se encuentra limitado generalmente al ámbito rural y a la gente que migró del campo a la ciudad, siendo considerado por la clase media, como la carne de los pobres. Esto es indudablemente un grave error, principalmente por el desconocimiento sobre las propiedades nutricionales, como primera medida, y la falta de confiabilidad en la calidad sanitaria como segunda gran desventaja.

En Argentina, únicamente en la provincia de Jujuy está organizada la comercialización de la carne, pero ésta se comercializa en forma limitada (5).

La calidad higiénica de la carne de llama es una temática muy discutida, ya que diversos autores afirman que dado el precario circuito de comercialización y ante la falta de fiscalización lleva a que estas carnes se ofrezcan en mercados marginales. Esto se hace evidente al contabilizar el alto número de hatos de llamas existentes y al bajo consumo declarado (31). La venta en mercados urbanos de baja calidad, en donde los mismos locales de venta sirven de vivienda, y en donde no se cuenta con refrigeración ni buenas prácticas de manufactura; hace que el consumidor vea como potencialmente peligroso el consumo de carne de llama. De allí la necesidad que la carne de llama se comercialice en forma correcta, en mercados cerrados, informando adecuadamente a los consumidores (9).

Con respecto a las enfermedades zoonóticas, la carne de llama no presenta mayores diferencias con otras carnes (80). Una enfermedad muy importante es la sarcosporidiosis, que presenta un elevado número de casos. Es una enfermedad parasitaria, no transmisible al hombre, que afecta al tejido muscular y le da un aspecto desagradable. El agente causal es un coccidio del género *Sarcosystis* sp. Las lesiones se visualizan como pequeños gránulos blanquecinos, del tamaño de un grano de arroz, siendo más evidente su presencia en animales adultos (81). Se ha encontrado una prevalencia de 70 a 80 por ciento de micro o macroquistes en la musculatura de los animales, particularmente en mayores de dos años de edad. En animales jóvenes no es frecuente la presencia de macroquistes pero sí de microquistes que sólo pueden detectarse mediante examen microscópico (25). El contagio entre los animales se produce principalmente por el consumo de pastizales

y aguas contaminadas con ooquistes, siendo los CSD hospedadores intermedios. El parásito puede ser destruido luego de ser expuesto durante ocho días a una temperatura próxima a los -17°C ; o por cocción durante diez minutos a 60°C por tanto son muy pocos los casos detectados en humanos, debido a los hábitos de consumo (39).

A nivel sanitario estas carnes, frente a una infestación generalizada son decomisadas. En cambio si la infestación es menor, se las destina a conservas, y si son localizadas se eliminan y el resto es aprovechado para consumo. Esto ocasiona importantes pérdidas económicas, que puede ser evitado faenando animales de antes de los 24 meses de edad.

Un error común en los consumidores del Altiplano es denominar a estas carnes como infestadas de “Triquina”, siendo la Triquinosis una enfermedad que afecta a los suidos, al hombre, y a diversos carnívoros; que poco tiene que ver con las llamas.

Otra zoonosis es la presencia de quistes hidatídicos en hígado y pulmones de los CSD, producido por el estadio quístico de la tenia *Echinococcus granulosus* cuya forma adulta se encuentra en el intestino delgado del perro y carnívoros silvestres (25).

El control de la enfermedad consiste en evitar que los perros consuman vísceras con los quistes y la desparasitación periódica contra el *Echinococcus*. Los órganos y partes de reses contaminadas son decomisados.

La fascioliasis o distomatosis es una enfermedad, causada la *Fasciola hepatica* que parasita los conductos biliares del hígado. Tiene como hospedador intermediario, un caracol del género *Limnea*, que habita las zonas húmedas y pantanosas. En las regiones altas de la puna, la incidencia de distomatosis en alpacas y llamas parece ser baja, lo cual se atribuye a que las condiciones climáticas no serían adecuadas para el desarrollo del caracol. Sin embargo cuando los animales son trasladados a zonas más bajas, donde por lo general abundan los caracoles, pueden ocurrir infestaciones masivas produciendo cuadros agudos y elevada mortalidad. En caso de encontrarse presente el quiste se decomisa el órgano.

En algunos casos como en el Mercado Municipal de La Quiaca el servicio de bromatología controla toda la carne de llama que se vende. Luego de un convenio entre la municipalidad y los productores, los controles sanitarios realizados sobre llamas son sin costo (se cobra únicamente los controles que se efectúan sobre los

ovinos). Con esto se evitaría la venta clandestina, ya que no genera costos adicionales al productor.

Las leyes de bromatología e inspección de productos no incluyen la carne de camélidos directamente pero lo hacen de una forma tangencial, solamente y por decreto presidencial se incluyó en el 1999 a la carne de llama en la Ley Federal de Carnes que permite por lo tanto su obtención en establecimientos faenadores con autorización para tránsito federal lo cual facilita el acceso a las grandes ciudades (Buenos Aires, Córdoba, Rosario, La Plata) y su eventual exportación (21).

La condición microbiológica de las canales de llama, es comparable a las canales bovinas limpias, y mejores que las carcasas de cordero, procesados con las mismas facilidades (70).

2.4. COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE LA CARNE

No hay diferencias significativas entre machos y hembras, adultos y jóvenes, en cuanto a la composición química de la carne, pero en animales adultos presenta menos humedad que los jóvenes, así como un mayor porcentaje de extracto etéreo. La composición de la carne fresca de llamas de ambos sexos tanto adultas como jóvenes fue: humedad 70,2%, proteína 20,5%, extracto etéreo 8,23% y cenizas 3,4% (2).

2.4.1 PROTEINAS

El contenido de proteína en carne de llamas es mayor que en bovino, cerdo, pollo y alpaca, lo que indica que la carne de llama es una fuente potencial de proteína animal (Tabla VII).

Según Robertson *et al.* (70), el contenido de proteína en carne de llama es de 22,66% para el ojo de bife libre de grasa, siendo superior al magro bovino (21,7%) o cerdo (21,07%). Cristofanelli *et al.* encontraron un 23,12 % de proteína (11).

Tabla VII: Comparación de la composición química del magro (*L. dorsi*) de diferentes especies (%) respecto del magro de Llama

%	Llama ₁	Cerdo ₂	Bovino ₃
Humedad	73,94 ¹	71,74 ²	77,88 ³
Proteína	23,12 ¹	19,18 ²	20,40 ³
Grasa	0,51 ¹	5,70 ²	2,50 ³
Cenizas	1,24 ¹	2,34 ²	1,24 ³

Fuente: 1: Cristofanelli *et al.* (11); 2: Warris (8); 3: Zogbi y Frank (5).

2.4.2 ÁCIDOS GRASOS

Existe un consenso acerca de que los hábitos alimentarios de la sociedad occidental han incrementado el riesgo de enfermedades coronarias, hipertensión, diabetes y cáncer (82).

La mayor parte de las diferencias en el contenido de grasas está dada por el depósito de grasa intermuscular, pero el grado de terminación varía.

Polidori *et al.* (83) encontraron que el contenido de colesterol en carne de llama es menor (56,29mg/100g), que el hallado en la carne de bovinos (200-300mg/100g). A su vez; otros estudio indican que es superior al que se presenta en la carne de alpaca (11). Así mismo, posee un alto contenido en ácido linoleico conjugado (CLA), 47,8mg de CLA/100g de carne, las cuales representan casi el 30% de lo recomendado por la American Heart Association (10).

2.4.3 GLÚCIDOS

Desde el punto de vista nutricional la carne no posee un aporte significativo de glúcidos a dieta, pero es muy importante la concentración de glucógeno *antemortem* en la bioquímica muscular, debido a su participación en la conversión del músculo en carne (8). No se encuentra mayor información sobre la concentración de glúcidos en carne de llama.

2.4.4 CENIZAS

La carne de llama presenta un perfil mineral comparable a otras carnes rojas. Tanto la carne de llama como la de alpaca, muestran un alto contenido de potasio, en comparación con otros animales (83), siendo para la carne de llama más elevada los niveles de potasio, fósforo y calcio, en comparación con la alpaca (84).

3 - OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL:

Determinar los parámetros tecnológicos y nutricionales de la carne de llama en dos sistemas de crianza diferenciados (sistema altura y sistema planicie).

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar la evolución de peso vivo, condición corporal, ecografía de grasa dorsal, medidas biométricas *antemortem* y *postmortem*.
- Describir la operatividad de faena en el sistema industrial y rural, así como proponer un sistema de clasificación y tipificación de las canales de llama.
- Determinar a través de métodos objetivos, el color, la terneza y la concentración de ácidos grasos en la carne de llama de los dos sistemas en estudio (altura y planicie).

4 - MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. ANIMALES

Para el estudio se utilizó un total de treinta y seis animales (*Lama glama*), (n=36), machos jóvenes enteros, faenados entre 19 y 21 meses de edad que fueron divididos en dos grupos según su origen. Del total, 18 provienen del establecimiento “Los Pioneros” ubicado en Cieneguillas, provincia de Jujuy, como grupo representativo del sistema productivo altiplano (Grupo Jujuy) y 18 provienen del establecimiento “Santa Isabel”, oeste de la provincia de La Pampa, como grupo representativo del sistema productivo en planicie (Grupo La Pampa).

Sobre el grupo en estudio se realizó un seguimiento de: peso vivo, condición corporal, medidas biométricas *in vivo* y ecografía de grasa dorsal, durante los cuatro meses previos a la faena, realizando la última medición a las 24 h antes del sacrificio.

4.2. MÉTODOS REALIZADOS SOBRE EL ANIMAL VIVO

4.2.1 PESO VIVO

Se utilizó una balanza electrónica para hacienda (tipo plataforma) exactitud de un decimal. Todos los animales de ambos grupos se fueron esquilados momentos antes del pesaje.

4.2.2 CONDICIÓN CORPORAL

Para la medición de la CC se utilizó una escala de 5 puntos, tomando como base la visualización de la región perineal en su postura natural (29).

4.2.3 MEDIDAS BIOMÉTRICAS

Las medidas biométricas se tomaron en el animal vivo siguiendo la metodología sugerida por García y Franco (59), utilizando una cinta métrica metálica con graduación 0 a 3 m. Se consideraron las siguientes variables: perímetro torácico (PT), longitud dorsal (L); altura a la cruz (AC), ancho de cadera (ADC) (Figura 4).



Figura 4: Medición de medidas biométricas *in vivo*: (A) perímetro torácico; (B) altura a la cruz; (C) longitud dorsal, y (D) ancho de cadera.

4.2.4 PREDICCIÓN “*IN VIVO*” DE LA COMPOSICIÓN DE LA CANAL. (TÉCNICA DE ULTRASONIDO)

La predicción *in vivo* de la composición de la canal se tomó siguiendo la metodología sugerida por Delfa *et al.* (85).

Se utilizó un ecógrafo marca FALCO® Modelo 100, con un transductor de 3,5 Mhz, de ciencia animal para la valoración de grasa y carne (ojo de lomo) en ganado bovino y ovino. Las mediciones se realizaron con el transductor en posición perpendicular a la columna vertebral, a nivel de la 12-13 costilla, dicha región estaba previamente esquilada. Para evitar la formación de capas de aire se colocó, entre el transductor y la piel del animal, un gel de en base a carboximetilcelulosa (Figura 5).

Las principales medidas tomadas fueron: espesor de grasa dorsal, espesor de bife y área de ojo de bife (*Longissimus dorsi*). Como el equipo no dispone de un software específico para esta especie, para la variable área de ojo de bife se tomó como referencia los valores de ovino y bovino.

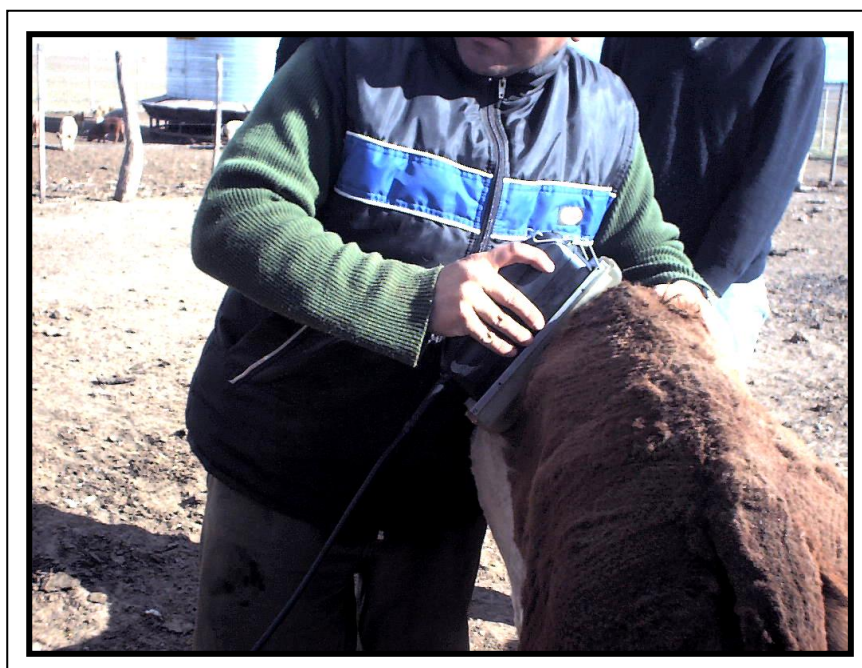


Figura 5: Medición espesor grasa dorsal

4.3. MÉTODOS REALIZADOS SOBRE LA CANAL

4.3.1 EDAD DE FAENA

Los animales se faenaron entre los 19 y 21 meses de edad, siguiendo las recomendaciones de Cristofanelli *et al.* (11) y Frank *et al.* (77), quienes indican la edad óptima de faena en este periodo.

Para la determinación de la edad de los animales se utilizó una escala de cronología o clave dentaria, basada en la erupción de los distintos incisivos (deciduos y permanentes), su grado de desarrollo y desgaste (29).

4.3.2 METODOLOGÍA DE FAENA

En el caso de los animales del grupo Llanura, se faenaron siguiendo la metodología descrita por Zogbi y Frank (5), para faena industrializada, utilizando las instalaciones del Frigorífico Uriburu, de la provincia de La Pampa, habilitado para bovinos (Categoría B).

Previo a la faena los animales estaban esquilados y sometidos a un ayuno de doce horas.

Se movilizaron en un vehículo habilitado para el transporte de hacienda bovina, recorriendo una distancia de 30 km entre el campo y el frigorífico. Luego de la recepción e inspección *antemortem*, los animales se alojaron en los corrales de descanso. Una vez faenados según lo descrito en el apartado 2.1.5.1, se realizó la refrigeración de las medias reses en el sector de cámaras. La temperatura de cada cámara osciló entre 4 y 7 °C (dicha cámara cuenta con un termostato electrónico ubicado al costado de la puerta de ingreso).

En el caso del grupo Jujuy se realizó el sacrificio de los animales en una sala de faena, siguiendo la metodología de faena rural descrita por Zogbi y Frank (5), descrita anteriormente en el punto 2.1.5.2. Se utilizaron las instalaciones del

matadero rural de la comuna de Cieneguillas, provincia de Jujuy, lindante con el campo donde se criaron los animales.

Las actividades posteriores fueron el cuarteo y despostado con la obtención de la mayoría de los cortes minoristas de la especie bovina.

Una vez obtenidos los cortes, se pesaron y colocaron en bolsas CRYOVAG®, para su posterior envasados al vacío.

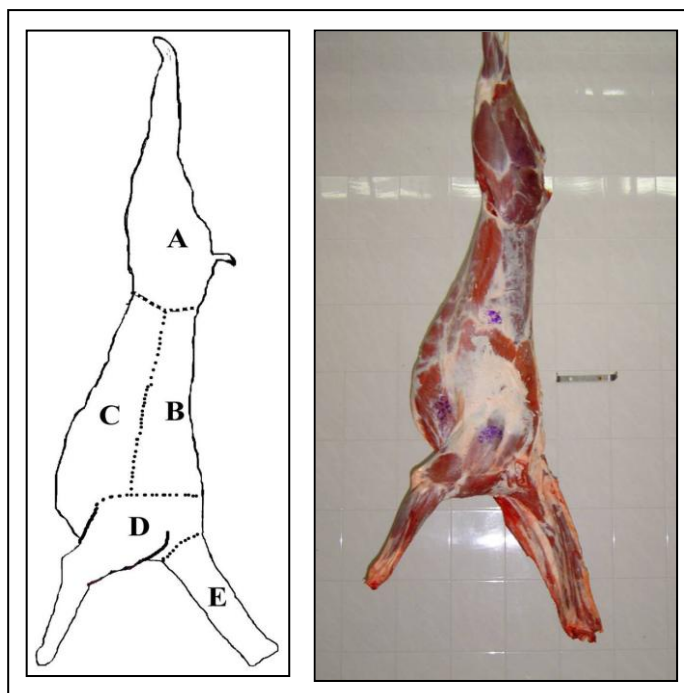
4.3.3 MORFOLOGÍA DE LA CANAL

4.3.3.1 CLASIFICACIÓN Y TIFICACIÓN

La tipificación y clasificación se realizó mediante la observación de las diferentes regiones anatómicas evaluando el grado de engrasamiento y la conformación, se efectuó en el palco de inspección veterinaria, que cuenta con una iluminación de 500 LUX (86).

4.3.3.2 MEDIDAS DE ENGRASAMIENTO

Se realizó una determinación visual del grado de engrasamiento. Se diferenció anatómicamente la cobertura grasa, definiéndose cinco zonas representativas: pierna (A), lomo (B), costillar (C), paleta (D), y cuello (E); asignándole un puntaje de 1 a 5 (muy engrasado- a escasamente engrasado) en cada zona independientemente (Figura 6; Tabla VIII).



Fuente: adaptado de ASPA (49).

Figura 6: Zonas de evaluación del engrasamiento A: pierna; B: bife-lomo; C: costillar; D: paleta-brazuelo; E: cuello

Tabla VIII: Grado de Engrasamiento

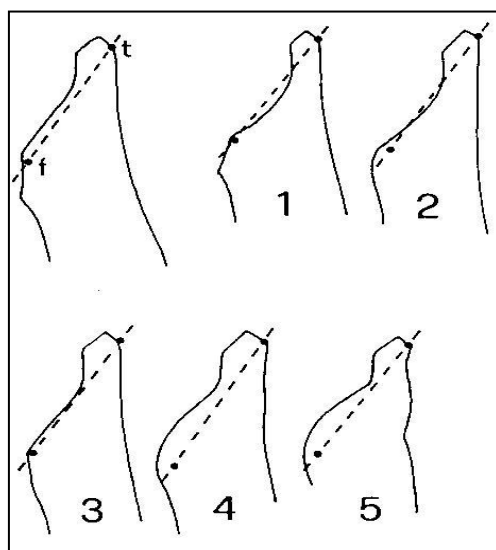
Puntuación	Denominación	Definición
1	Nulo	Cobertura grasa inexistente sin grasa en cavidad pelviana
2	Escaso	Ligera cobertura,
3	Medio	Mayor Cobertura
4	Abundante	Músculos cubiertos de grasa, pero parcialmente visibles
5	Excesivo	Totalmente cubierto, acumulo grasa interna

Fuente: adaptado de ASPA (49).

4.3.3.3. MEDIDAS DE CONFORMACIÓN

De igual forma la evaluación de la conformación se llevó a cabo mediante la observación del PIT clasificándolo de acuerdo al desarrollo de la masa muscular (Figura 7), en perfiles cóncavos o convexos según corresponda, adaptado de ASPA (49).

En la Tabla IX, se valora visualmente la conformación del perfil, en una escala de cinco puntos (48).



Fuente: Adaptado de ASPA (49).

Figura 7: Perfil Isquiotarsiano

Tabla IX: Puntuación del perfil Isquiotarsiano

Punto	Definición
1	Cóncavo
2	Ligeramente Cóncavo
3	Recto
4	Ligeramente Convexo
5	Convexo

Fuente: Adaptado de Fehlhaber (48)

De frente se midió la conformación muscular de la pierna (FRENTE), utilizando una escala 5 puntos, que expresa el desarrollo muscular (Tabla X) (7).

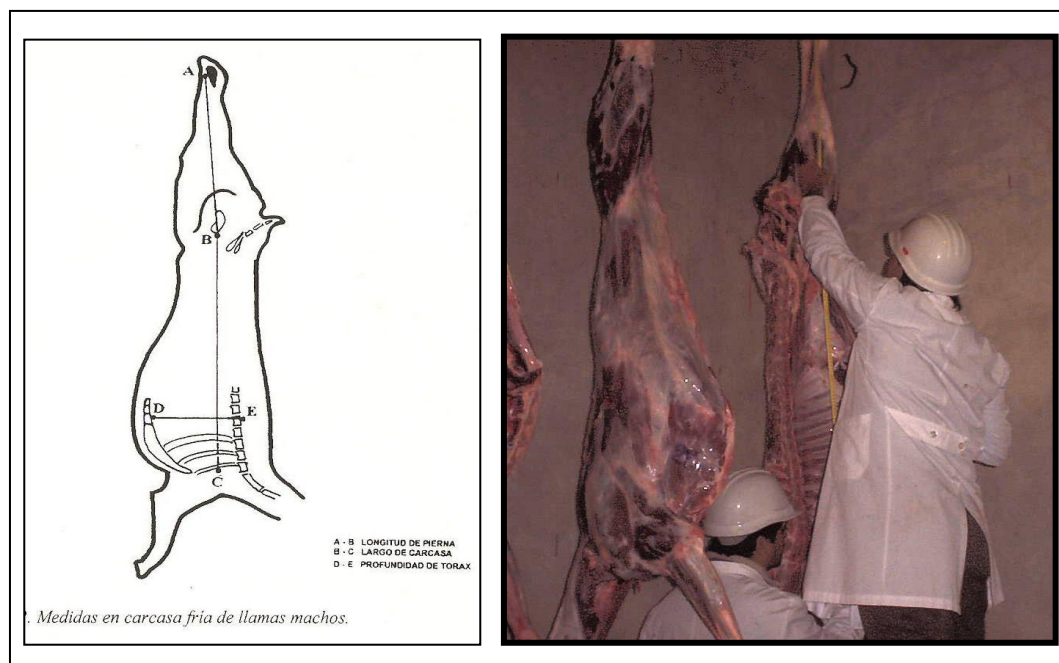
Tabla X: Puntuación de la musculatura de la pierna.

Puntuación	Definición
1	Con poco desarrollo
2	Ligero desarrollo
3	Desarrollo medio
4	Abultada
5	Muy abultada

Fuente: Adaptado de Cañeque y Sañudo (7)

4.3.3.4 MEDIDAS BIOMÉTRICAS *POSTMORTEM*

Estas medidas se tomaron con las canales refrigeradas (4°C.) Se registraron las medidas de largo de res (LR) y largo de pierna (LP) (49); (61), utilizando una cinta métrica metálica graduación 0 a 3m (Figura 8).



Fuente: Adaptado de Condori *et al.* (61) y ASPA (49);

Figura 8: Medición de largo de res y largo de pierna

4.4. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA CARNE

4.4.1. COLOR

Se extrajeron muestras de cada animal de bife angosto (*Longissimus dorsi*) y peceto (*Semitendinosus*). Luego, fueron remitidas al Laboratorio de Análisis de Alimentos de la Agencia Córdoba Ciencia. Las determinaciones de color se realizaron a las 48 horas *postmortem*, según las normas de la American Meat Science Association (87). Las lecturas se efectuaron con un espectrofotómetro Minolta® CM-508 (Minolta Camera Co., Osaka, Japan), usando el iluminante D65 y el observador 10° (Norma UNE 40-080, 1984) (88). Se interpusieron cristales de baja reflectancia CR-A5/1829-752 M entre las muestras y el equipo. Los parámetros de color estudiados fueron las coordenadas L* (luminosidad), a* (rojo-verde) y b* (amarillo-azul) (89), a partir de las cuales se calcularon las magnitudes psicofísicas H* (tono), C* (croma), el cociente a*/b* (Francis y Clydesdale, (90); Little, (91); Lavelle *et al.*, (92) y las diferencias de color (ΔE^*) UNE 72-036, (93) y Schmidhofer, (94).

4.4.2 TERNEZA

Se extrajeron muestras de cada animal: bife angosto (*Longissimus dorsi*) y peceto (*Semitendinosus*) y se analizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de la Agencia Córdoba Ciencia. Se realizó un análisis de textura mediante un texturómetro TA-TX2® provisto de una sonda Warner-Bratzler (W.B.) siguiendo la metodología de Cañeque y Sañudo (7).

Las muestras se conservaron a una temperatura de -18° C hasta el momento de su análisis. Se cocinaron envueltas en papel aluminio en horno rotativo a 200° C hasta alcanzar una temperatura interna de 70° C, se dejó enfriar a temperatura ambiente y luego, se cortaron por cada muestra 10 unidades de 10 x 10 mm y 15 mm de largo que se analizaron con la cizalla Warner- Bratzler.

4.4.3 ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA GRASA

Se extrajeron muestras de bife angosto (*Longissimus dorsi*) para la cuantificación de los ácidos grasos de la carne de llama. Las muestras se remitieron al Laboratorio de Química Fina y Productos Naturales de la Agencia Córdoba Ciencia S.E. (unidad CEPROCOR) Santa María de Punilla, Córdoba.

De cada muestra, se tomaron por duplicado porciones de dos gramos. Para la extracción de la materia grasa se utilizó una solución de metanol/cloroformo, siguiendo la técnica descrita por Folch *et al.* (95). Luego, la materia grasa se metiló con NaOH en metanol y posteriormente con HCl en metanol. Los ésteres metílicos de los ácidos grasos se extrajeron con heptano, inyectando 1µl al cromatógrafo de gases (Shimadzu® GC-14B) con detector de ionización de llama (FID), la columna capilar de 120 m (0,25mm de diámetro) con un espesor de 0,25 µm de fase BPX70 (70% cianopropilpolisiloxano) marca Osge-Phenomenex®. La temperatura del inyector y del detector se programó en a 260°C, utilizando como gas carrier hidrógeno (flujo de 1ml/min). Se usó un gradiente de temperatura de 120 a 230° C.

La identificación de cada ácido graso metilado se realizó por comparación contra material de referencia puro Sigma® - Aldrich®, en el caso del ester metílico del ácido 9 cis, 11trans-linoleico conjugado (CLA) se utilizó material de referencia puro Matreya®.

La identificación del ester metílico del ácido 11 cis-octadecanoico (11C-18:1) se contrastó con datos de Griinari *et al.* (96).

Para la cuantificación se usó como estándar interno el ácido undecanoico (Tr: 17,7 minutos) y se determinó el factor de corrección de respuesta de cada ácido graso analizado.

4.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron tablas con los análisis descriptivos de las variables, consignando en todos los casos: número de animales en la muestra (n), media muestral, desvío estándar (D.E.), coeficiente de variación (CV), mínimo y máximo valor obtenido.

Con la finalidad de comparar el valor medio de las variables entre Jujuy y La Pampa se realizaron análisis de la varianza a un factor (Anova).

Con el objeto de asociar las variables tomadas en ecografía *in vivo* con el engrasamiento en las 5 porciones del cuerpo del animal y con la terneza se realizaron correlaciones de Spearman o Pearson, según correspondió.

Para comparar si globalmente el color de la carne de ambas localidades es diferente se realizó un análisis multivariado de la varianza (MANOVA).

Con el propósito de observar si la forma de crecimiento difiere entre las zonas se realizó un análisis de la varianza con medidas repetidas.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software InfoStat 2002 versión 1.1. (97). Se trabajó con un nivel de significación del 5%.

5 - RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 PARÁMETROS *IN VIVO*

5.1.1 PESO, CONDICIÓN CORPORAL Y MEDIDAS BIOÉTRICAS

En la Tabla XI se puede observar el análisis descriptivo, para los dos grupos en estudio (Jujuy n=18 y La Pampa n=18) de las siguientes variables: peso vivo (PV), y medidas biométricas: perímetro torácico (PT), ancho de la cadera (ADC), longitud dorsal (L), altura de la cruz (AL) y condición corporal (CC).

Tabla XI: Análisis descriptivo de peso, perímetro torácico, ancho de la cadera, longitud dorsal, altura de la cruz y condición corporal de todos los animales.

Variable	N	Media	DE	CV	Mín.	Máx.
PV (kg)	36	73,55	11,72	15,93	50	105
PT (cm)	36	104,54	7,27	6,95	90	120
ADC (cm)	36	34,83	2,79	8,01	27	40
L (cm)	36	69,51	6,3	9,07	55	77,3
AL (cm)	36	104,53	4,22	4,04	90	113
CC	36	3,65	0,55	14,93	2	4,5

PV: peso vivo; PT: perímetro torácico; ADC: ancho de cadera; L: longitud dorsal; AL: altura a la cruz; CC: condición corporal. D.E: Desvío Estándar; CV: Coeficiente de Variación; Mín.: Valor mínimo alcanzado por la variable; Máx.: Valor máximo alcanzado por la variable.

Los valores promedios obtenidos para la variable peso vivo fueron similares a los descriptos por Rossanigo *et al.* (24), Pérez *et al.* (2) y Polidori *et al.* (83) en animales machos de similar edad; así como también los valores hallados para las medidas biométricas. Sin embargo la variable PV presentó un coeficiente de

variación (CV) más alto, atribuible a las diferentes condiciones nutricionales y agroclimáticas de los dos grupos en estudio.

En la Tabla XII se presentan los valores promedio y DE de las medidas biométricas *antemortem* sobre un total de 18 animales (Jujuy) y 11 (La Pampa), ya que solo se compararon animales de 19 meses de edad. Como se observa en la tabla, los animales que presentaron mayor PV coincidían con los que tenían mayor PT y AL. En cuanto a la variable AL fue la que presentó menor variación respecto del resto (CV=4,04). Condori *et al.* (98) encontraron en llamas machos de 19 y 25 meses de edad, que el mayor efecto en el peso vivo se debió al ancho de grupa y perímetro torácico en animales enteros y el ancho de la grupa y altura a la cruz en castrados. Llacsa *et al.* (60) señalaron que el PT es la variable más influyente en llamas de Ch'accus, estimando que por cada centímetro de aumento en el PT, el PV aumenta en 0,36 kg.

Tabla XII: Comparación de las medias de PV, CC y medidas biométricas *antemortem* entre grupos Jujuy y La Pampa.

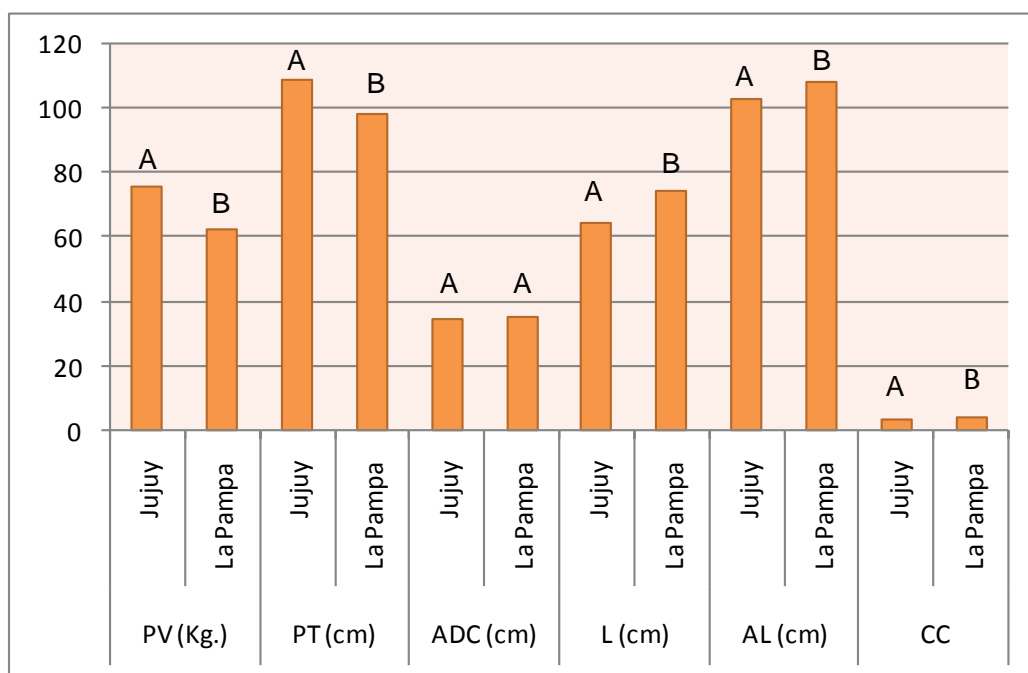
Variable	Zona	Medias	DE	n	Sign.
PV (kg)	Jujuy	75,43	7,25	18	A
	La Pampa	62,27	6,91	11	B
PT (cm)	Jujuy	108,5	7,25	18	A
	La Pampa	97,86	3,8	11	B
ADC (cm)	Jujuy	34,44	3,68	18	A
	La Pampa	35,25	1,29	11	A
L (cm)	Jujuy	64,61	5,32	18	A
	La Pampa	74,29	1,46	11	B
AL (cm)	Jujuy	102,61	4,12	18	A
	La Pampa	108,09	2,51	11	B
CC	Jujuy	3,39	0,61	18	A
	La Pampa	3,82	0,25	11	B

PV: peso vivo; PT: perímetro torácico; ADC: ancho de cadera; L: longitud dorsal; AL: altura a la cruz; CC: condición corporal. Sign.= Significación: Letras diferentes implican diferencias significativas $p < 0,05$.

El Anova realizado encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) para las variables PV, PT, L, AL y CC. Al comparar las medias del grupo La Pampa en relación al grupo altura, se observa que obtuvieron una media mayor en Jujuy que en La Pampa: el PV ($75,43 \pm 7,25$) y PT ($108,5 \pm 7,25$) (Figura 9).

Por su parte en La Pampa el valor de la media fue mayor en: L ($74,29 \pm 1,46$), y AL ($108,09 \pm 2,51$). En este caso se puede inferir que los animales del grupo La Pampa poseían un mayor tamaño corporal que el grupo Jujuy, excepto para PT. Mientras tanto no difirieron entre los grupos los valores medios de ADC ($F=0.48$; $p=0,495$).

Los animales pertenecientes a La Pampa presentaron mejor CC ($3,82 \pm 0,25$) al momento de la faena. Estos resultados coinciden con las observaciones realizadas por García *et al.* (32), al estudiar el aumento de peso en llamas engordadas en pasturas cultivadas, respecto de llamas engordadas en pradera nativa; tanto para las estaciones de verano (lluviosa) e invierno (seca).



PV: peso vivo; PT: perímetro torácico; ADC: ancho de cadera; L: longitud dorsal; AL: altura a la cruz; CC: condición corporal. Letras diferentes implican diferencias significativas $p < 0,05$.

Figura 9: Comparación de las medias de PV, CC y medidas biométricas *antemortem* entre grupos Jujuy y La Pampa.

5.1.2 MÉTODO ECOGRÁFICO *IN VIVO*

La Tabla XIII muestra el análisis descriptivo de espesor de la grasa dorsal, espesor del lomo, área de lomo modelo ovino y modelo bovino de los animales de Jujuy. Estos animales presentaron una ligera capa de cobertura grasa en relación a la profundidad de lomo, por lo que es de esperar que estas carnes presenten un mayor rendimiento.

Tabla XIII: Análisis descriptivo de espesor de grasa dorsal, espesor del lomo, área de lomo ovino y bovino de los animales de Jujuy.

Variable	N	Media	DE	CV	Mínimo	Máximo
EG(mm)	18	7,17	1,5	21	5	10
EL(mm)	18	40,94	5,3	12,94	26	50
AL(O)(mm²)	18	2974	385,56	12,96	1884	3632
AL(B)(mm²)	18	5076,83	636,55	12,54	3371	6226

EG: espesor de la grasa; EL: espesor del lomo; AL(O): área de lomo ovino y AL(B): área de lomo bovino. D.E: Desvío Estándar; CV: Coeficiente de Variación; Mín.: Valor mínimo alcanzado por la variable; Máx.: Valor máximo alcanzado por la variable.

En este caso se obtuvo una variabilidad importante para las áreas de lomo modelo ovino y modelo bovino, $2974 \pm 385,56$ y $5076,83 \pm 636,55$ mm², respectivamente. Los valores de AL (mm²) B, son similares a los hallados por Pérez *et al.* (2), quienes informaron valores de 5870 ± 1320 mm² del área de ojo de bife.

5.2. METODOLOGÍA DE FAENA

5.2.1. METODOLOGÍA DE FAENA INDUSTRIAL

La faena industrial de llamas se llevó a cabo satisfactoriamente siguiendo la metodología implementada para bovinos. Cabe destacar que se detectaron ciertas particularidades para la especie.

Se encontró dificultad al momento de ingresar los animales al cajón de noqueo debido a la mayor movilidad del cuello de esta especie en comparación a los bovinos. Se pudo poner a punto el método de noqueo eléctrico utilizando un voltaje de 220V durante tres segundos, similar a lo descrito por Zogbi y Frank (5) .

Las etapas de izado, degüello, cuereado de patas y manos no presentaron dificultades, salvo en el caso del desollado con cuchillas automáticas que produjo laceraciones en el cuero, debido a la finura del mismo en comparación al bovino.

Durante las etapas de atado de esófago y de recto no se presentaron inconvenientes. Luego de separar la cabeza se realizó un corte en el ligamento funicular a la altura de la séptima vértebra cervical para evitar que durante la etapa de *rigor mortis* el cuello se doble y complique el manejo.

En las etapas de aserrado de pecho, evisceración, aserrado de media res e inspección veterinaria no se presentaron particularidades.

Una vez concluida la faena y colocadas las canales en la cámara, se evidenció la necesidad de regular la temperatura y velocidad de aire de los equipos de frío, para evitar las pérdidas por evaporación y el quemado de las canales, debido al menor volumen que las mismas ocupaban con respecto a las canales bovinas.

Finalmente el despostado de las canales y obtención de cortes comerciales, se realizó en vertical y en mesa, siguiendo la metodología para bovinos.

5.2.2. METODOLOGÍA DE FAENA RURAL

El matadero rural a pesar de estar constituido por una sola habitación fue funcional debido a la metodología de faena, que se caracterizó por el orden y la escasa utilización de agua.

Como particularidad se utilizó el método de puntilla española, que se efectuó con facilidad debido a la mansedumbre de los animales de la zona.

No presentaron dificultad las etapas de: cuereado, separación de cabeza, atado de esófago y culata, aserrado de pecho y evisceración.

Se utilizó como tapiz el mismo cuero del animal para colocar las vísceras y realizar la inspección veterinaria. Esto contribuyó a que la canal y las vísceras no entraran en contacto con el suelo.

Una vez concluida esta operación se dividió la canal con una sierra de mano y se procedió a taparlas con un lienzo limpio dejando que se oreen durante la noche, debido a las bajas temperaturas que se registran a esa altitud.

5.3 CALIDAD DE LA CANAL

5.3.1 CLASIFICACIÓN Y TIPIFICACIÓN

En la Tabla XIV se puede observar el análisis descriptivo de la puntuación del engrasamiento en las 5 áreas delimitadas y la conformación (PIT y FRENTE), de todos los animales.

El área D presentó el mayor valor de engrasamiento, con una media de $2,67 \pm 0,87$, mientras que la región menos engrasada fue la de la pierna, $1,67 \pm 0,63$. Dicho efecto también ha sido descrito por Condori *et al.* (99), en llamas macho de 19 meses de edad criadas en Bolivia, al estimar que la deposición de cobertura grasa comienza en la región del cuello, expandiéndose hacia la paleta y el costillar, terminando en la pierna.

Tabla XIV: Análisis descriptivo de la puntuación del engrasamiento en las 5 áreas delimitadas y de la conformación (perfil y frente), de todos los animales.

Variable	N	Media	DE	CV	Mín.	Máx.
A	36	1,67	0,63	37,95	1	3
B	36	2,56	0,81	31,64	1	5
C	36	2,78	0,76	27,36	1	4
D	36	2,86	0,87	30,3	1	5
E	36	2,14	0,76	35,61	1	4
PIT	36	2,67	0,83	31,05	1	4
FRENTE	36	2,58	0,87	33,84	1	4

A: engrasamiento pierna; B: lomo; C: costillar; D: paleta; E: cuello. PIT: perfilisquiotarsiana; FRENTE: conformación de la pierna. DE: Desvío Estándar; CV: Coeficiente de Variación; Mín.: Valor mínimo alcanzado por la variable; Máx.: Valor máximo alcanzado por la variable.

Los resultados obtenidos de la conformación (FRENTE y PIT), se ubican en desarrollos musculares recto y medio, $2,58 \pm 0,87$ y $2,67 \pm 0,83$ respectivamente. Se puede observar que el engrasamiento en la mayoría de las regiones presentó valores entre escaso y medio.

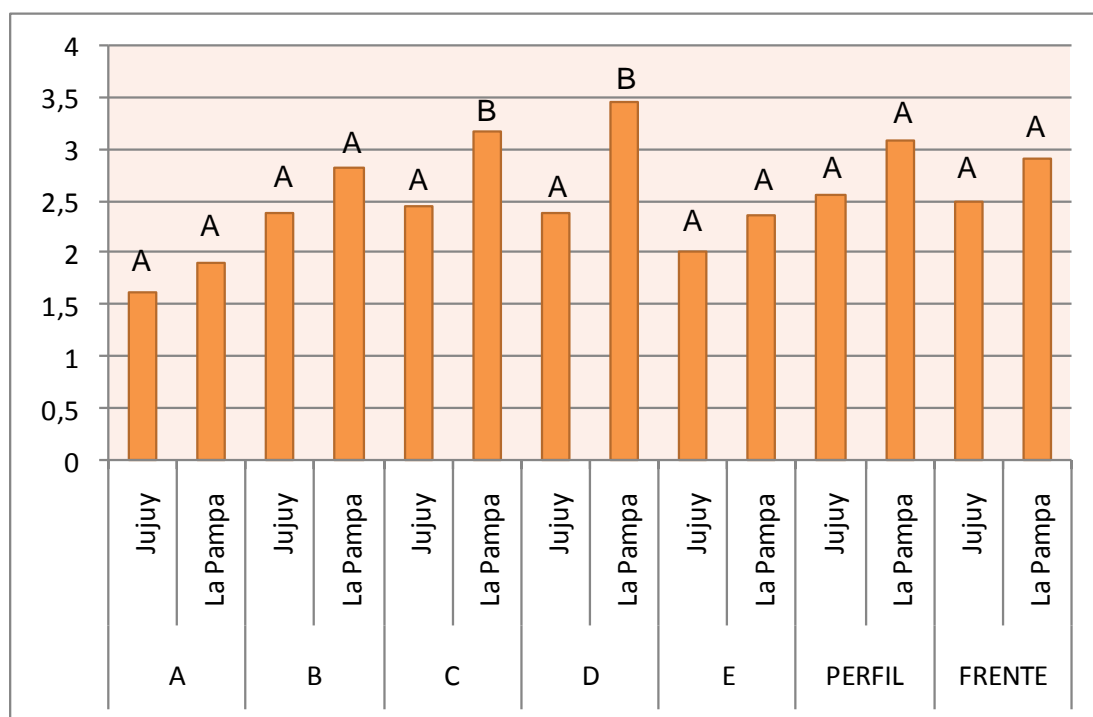
En la Tabla XV se muestran los resultados de la comparación de medias de los parámetros engrasamiento y conformación. Al comparar ambos grupos no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) para las áreas: A, B y E (Figura 10), por el contrario resultaron significativas ($p < 0,001$) las áreas C y D; obteniéndose los mayores valores en el grupo de La Pampa (máxima puntuación de la escala). Esto permite estimar que estas canales tendrían una mejor terminación que el grupo altura.

Tabla XV: Resultados del Anova considerando el grado de engrasamiento y conformación entre Jujuy y La Pampa.

Variable	Zona	Media	DE	n	Sign.
A	Jujuy	1,61	0,5	18	A
	La Pampa	1,91	0,83	11	A
B	Jujuy	2,39	0,61	18	A
	La Pampa	2,82	1,08	11	A
C	Jujuy	2,44	0,62	18	A
	La Pampa	3,18	0,75	11	B
D	Jujuy	2,39	0,5	18	A
	La Pampa	3,45	0,82	11	B
E	Jujuy	2	0,59	18	A
	La Pampa	2,36	1,03	11	A
PIT	Jujuy	2,56	0,86	18	A
	La Pampa	3,09	0,7	11	A
FRENTE	Jujuy	2,5	0,92	18	A
	La Pampa	2,91	0,83	11	A

A: engrasamiento pierna; B: lomo; C: costillar; D: paleta; E: cuello. PIT: perfilisquiotarsiana; FRENTE: conformación de la pierna. DE: Desvío Estándar; CV: Coeficiente de Variación Sign.= Significación: Letras diferentes implican diferencias significativas, $p < 0,05$.

En cuanto a las variables PIT y FRENTE, si bien fueron mayores en el grupo de La Pampa, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos: PIT y Frente, esto resulta similar a lo encontrado por Frank *et al.* (77) en machos adultos de 1,5 a 5 años de edad.



A: engrasamiento pierna; B: lomo; C: costillar; D: paleta; E: cuello. PIT: perfil isquiotarsiano; FRENTE: conformación de la pierna. DE: Desvío Estándar; CV: Coeficiente de Variación. Sign.= Significación: Letras diferentes implican diferencias significativas $p < 0,05$.

Figura 10: Comparación de las medias de engrasamiento, perfil y conformación de pierna entre Jujuy y La Pampa.

5.3.2 MEDIDAS BIOMÉTRICAS *POSTMORTEM*

En la Tabla XVI se observan los datos descriptivos del largo de pierna y largo de res, de todos los animales, los resultados fueron similares a los encontrados por Cristofanelli *et al.* (11) en llamas macho en zonas altiplánicas, así como Garriz *et al.* (34) en llamas macho criados en la región pampeana.

Tabla XVI: Análisis descriptivo del largo de pierna y largo res, de todos los animales.

Variable	n	Media	DE	CV	Mín.	Máx.
PIERNA	36	57,64	4,2	7,28	49	65
RES	36	79.14	7,18	9,07	65	95

DE: Desvío Estándar; CV: Coeficiente de Variación; Mín.: Valor mínimo alcanzado por la variable; Máx.: Valor máximo alcanzado por la variable.

La Tabla XVII muestra que no resultaron significativas ($p>0,05$) las medidas biométricas *postmortem* entre ambos grupos en estudio. Como era de esperar, los mayores valores de LR se presentaron en el grupo de La Pampa, quienes habían presentado mayores valores de LD *in vivo*.

Tabla XVII: Comparación del largo de pierna y largo de res, de todos los animales.

Variable	Zona	Medias	DE	N	Sign.
PIERNA	Jujuy	56,72	4,97	18	A
	La Pampa	56,91	2,3	11	A
RES	Jujuy	76,11	6,69	18	A
	La Pampa	79,18	5,67	11	A
DE: desvío estándar; Sign.= Significación: Letras diferentes implican diferencias significativas $p<0,05$.					

5.4. CALIDAD DE LA CARNE

5.4.1 COLOR

En la Tabla XVIII se presentan los resultados de los parámetros de color (L^* , a^* , b^* , ΔE , C^* , H^* y a^*/b^*) obtenidos para el bife angosto (*Longissimus dorsi*) y peceto (*Semitendinosus*) de llama.

Los valores en promedio de las muestras de carne de llama indican que la luminosidad (L^*) del peceto fue de 32.68 ± 2.17 y del bife 34.8 ± 2.13 .

Estos resultados son similares a los hallados por Orellana *et al.* (100) en muestras de carne bovina ($L^*35,88$), Perlo *et al.* (101) en ovinos ($L^*36,3$) y Salvá *et al.* (102) en carne de alpaca ($L^*36,17$). Sin embargo, en este estudio la carne de llama resultó ser más clara que lo encontrado por Robertson *et al.* (70) para canales de llama de dos años, sometidas a estimulación eléctrica de alto voltaje ($L^*31,9$) y sin estimulación ($L^*29,4$).

Tabla XVIII: Análisis descriptivo de las variables de color, discriminados por corte (bife angosto o peceto), de todos los animales.

Corte	Variable	n	Media	DE.	CV	Mín.	Máx.
Bife	L*	36	32,68	2,17	6,64	28,37	36,06
	a*	36	6,03	2,06	34,13	1,02	10,16
	b*	36	6,57	1,6	24,38	4,1	10,16
	ΔE	36	11,92	2,22	18,6	7,55	16,78
	C*	36	8,98	2,39	26,59	4,74	14,26
	H*	36	48,29	7,54	15,61	31,6	77,58
	a/b	36	0,92	0,24	26,17	0,22	1,63
Peceto	L*	36	34,82	2,13	6,11	30,22	38,38
	a*	36	5,57	1,99	35,74	1,27	9,3
	b*	36	6,9	1,33	19,24	3,49	9,81
	ΔE	36	12,45	3,63	29,15	8,9	26,35
	C*	36	8,95	2,03	22,72	4,97	13,22
	H*	36	52,25	9,01	17,24	37,05	78,66
	a/b	36	0,8	0,24	30,06	0,2	1,32

L*: luminosidad; a*: coordenada rojo-verde; b*: coordenada amarillo-azul; H*: tono; C*: croma, el cociente a*/b*; y ΔE : diferencias de color. DE: desvío estándar; CV: coeficiente de variación; Mín.: valor mínimo alcanzado por la variable; Máx.: valor máximo alcanzado por la variable.

La luminosidad de la carne está relacionada con la fina película de agua de la superficie, el pH del músculo, la CRA, la estructura y orientación de las fibras musculares, y el estado de los hemopigmentos (68).

Con respecto a las variables de color, no se encuentran diferencias significativas ($p > 0,05$) para la variable L^* en los cortes bife y peceto de las zonas en estudio.

Los valores promedio de ambos grupos en la coordenada a^* fueron de $6,03 \pm 2,06$ para el bife angosto y de $5,57 \pm 1,99$ para peceto. Orellana *et al.* (100), reportó valores de a^* de 21,29 para bovinos Criollos Argentinos; Perlo *et al.* (101) informaron valores de a^* de 17 para ovinos Corridale y Salvá *et al.* en alpaca $a^* 15,05 \pm 1,44$ (102). La coordenada a^* depende de varios factores, concentración y estado de los hemopigmentos, contenido de humedad y pH. Se estima que los bajos valores hallados en esta coordenada, están dados por la oxidación de hemopigmentos (68).

La coordenada b^* presentó valores de $6,57 \pm 1,6$ para el bife angosto y de $6,9 \pm 1,33$ para peceto. Estos resultados son similares a los encontrados en trabajos con otras especies; como es el caso de ovejas Corriedale (101); bovino Criollo (100); camello (103), y alpaca (102). Asimismo la carne de llama presenta un menor valor de b^* y un mayor valor de a^* dando como resultado carnes menos rojizas. La coordenada b^* está relacionada con el estado del hemopigmento y la estructura o matriz de la carne (67). Pérez Álvarez *et al.* (67), mencionan que la concentración de la Mb no es un factor determinante sobre el valor de esta coordenada.

En la Tabla XIX se observan los resultados del Anova para los parámetros de color, considerando los factores origen y tipo de corte. Resultaron significativos (Anova, $p < 0,001$) las siguientes coordenadas para La Pampa y Jujuy: $a^*(1)$, $a^*(2)$, $b^*(1)$, $b^*(2)$, $\Delta E (1)$, $\Delta E (2)$, $a/b (1)$ $a/b (2)$, respectivamente (Figura 11).

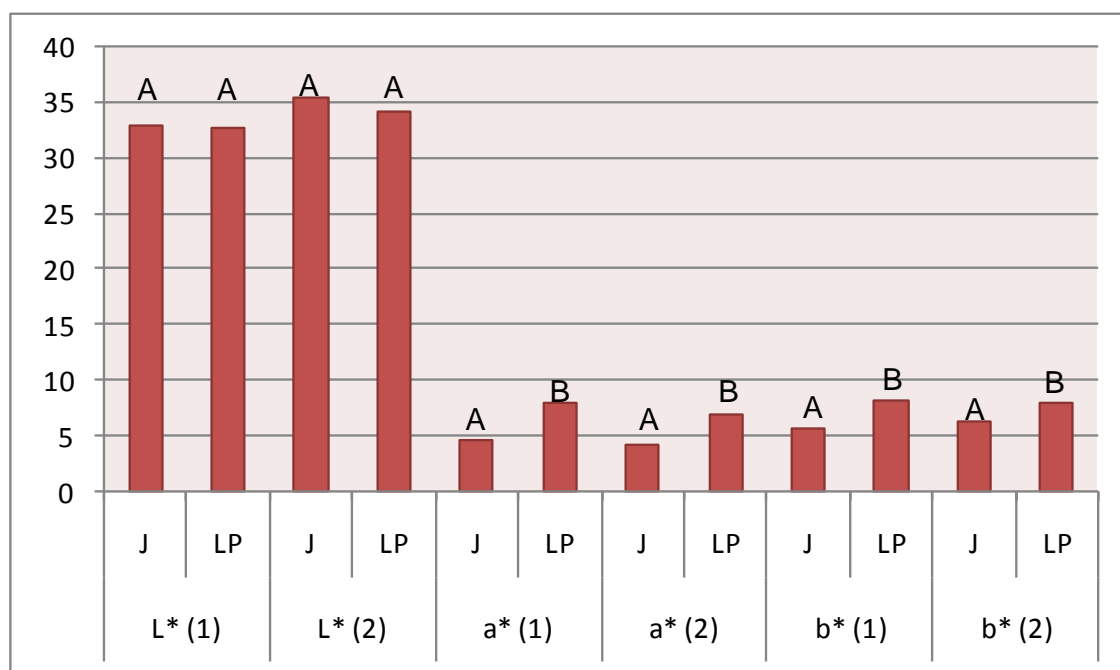
Para los valores promedios de los parámetros de color resultaron superiores para el grupo de La Pampa (L , a^* , b^* , ΔE , C^* , a^*/b^*). Sólo presentaron una media mayor en Jujuy el tono H^* .

Por tanto las carnes de La Pampa presentan una mayor componente roja que las carnes de Jujuy. A nivel general el peceto presentó un mayor tono que el bife angosto, similar a lo encontrado en Canadá (70), donde reportaron que la carne de llama es más oscura, menos saturada y más púrpura que la carne de bovino. También se evidencian una diferencia de color muy notable (visualmente perceptible) (94) entre el bife angosto y el peceto.

Tabla XIX: Resultados del Anova para los parámetros de color, considerando los factores origen y tipo de corte.

Variable	Zona	Medias	DE	n	Sign.
L* (1)	Jujuy	32,83	2,31	18	A
	La Pampa	32,62	1,91	11	A
L* (2)	Jujuy	35,35	2,18	18	A
	La Pampa	34,12	1,92	11	A
a* (1)	Jujuy	4,63	1,66	18	A
	La Pampa	7,93	1,61	11	B
a* (2)	Jujuy	4,19	1,97	18	A
	La Pampa	6,96	1,22	11	B
b* (1)	Jujuy	5,67	0,98	18	A
	La Pampa	8,2	1,57	11	B
b* (2)	Jujuy	6,25	1,12	18	A
	La Pampa	8	1,11	11	B
ΔE (1)	Jujuy	10,44	1,48	18	A
	La Pampa	14,13	2,06	11	B
ΔE (2)	Jujuy	10,63	1,49	18	A
	La Pampa	15,45	5,14	11	B
C* (1)	Jujuy	7,37	1,56	18	A
	La Pampa	11,42	2,16	11	B
C* (2)	Jujuy	7,61	1,81	18	A
	La Pampa	10,63	1,44	11	B
H* (1)	Jujuy	51,35	8,7	18	A
	La Pampa	46,01	3,04	11	B
H*(2)	Jujuy	57,07	10,16	18	A
	La Pampa	49,11	4,52	11	B
a/b (1)	Jujuy	0,82	0,28	18	A
	La Pampa	0,97	0,11	11	B
a/b (2)	Jujuy	0,67	0,27	18	A
	La Pampa	0,87	0,14	11	B

L*: luminosidad; a*: coordenada rojo-verde; b*: coordenada amarillo-azul; H*: tono; C*: croma, el cociente a*/b*; y ΔE : diferencias de color. (1): Bife, (2) Peceto. DE: desvío estándar. Letras diferentes implican diferencias significativas $p < 0,05$.



L*: luminosidad; a*: coordenada rojo-verde; b*: coordenada amarillo-azul. (1): Bife, (2) Peceto. Letras diferentes implican diferencias significativas $p < 0,05$.

Figura 11: Comparación de las medias de L*; a* y b* de ambos grupos en estudio.

Al analizar si globalmente las variables de color son diferentes en la carne de ambas localidades se obtuvieron diferencias significativas (MANOVA, $p < 0,001$), tanto para bife angosto como para peceto.

5.4.2 TERNEZA

En la Tabla XX se observan los valores promedio de terneza (W.B) para bife (*Longissimus dorsi*) y del peceto (*Semitendinosus*), de $13,38 \pm 4,24$ y $14,81 \pm 4,74$ lb/cm² respectivamente. Estos resultados coinciden con las observaciones realizadas por Polidori *et al.* (83), al evaluar las diferencia de terneza entre la carne de alpaca y llama; así como Frank *et al.* (77). Por otra parte, Salvá *et al.* (102), obtuvieron un valor de $10,29 \pm 1,85$ lb/cm² en alpacas machos entre 18 y 24 meses de edad.

En la Tabla XXI se presentan los resultados de la comparación de medias para la variable terneza, considerando los factores zona (La Pampa, Jujuy) y tipo de corte (bife y peceto). Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$) entre la

terneza del bife y peceto de La Pampa vs. Jujuy (Figura 12). Esto puede deberse a que se encuentran en diferentes condiciones de alimentación y producción.

Tabla XX: Análisis descriptivo de la terneza de bife y peceto, de todos los animales.

Variable	N	Media	DE	CV	Mín.	Máx.
BIFE (lb/cm ²)	36	13,38	4,24	31,71	4,7	21,3
PECETO (lb/cm ²)	36	14,81	4,74	31,99	7,7	26,1

DE: desvío estándar; CV: coeficiente de variación; Mín.: valor mínimo alcanzado por la variable; Máx.: valor máximo alcanzado por la variable.

Los cortes provenientes de La Pampa, presentaron menor resistencia a la fuerza de corte (W.B), con valores de terneza similares a los encontrados en carnes bovinas (10,86 lb/cm²), por Arévalo (104) y Orellana *et al.* (100), así como también en carne de ovejas Corriedale (101). En contraste a los resultados hallados por Kadim *et al.* (103), para *Longissimus dorsi* de camello (*Camelus dromedaries*) (19,84 lb/cm²), que se traduce en una dureza mayor de la carne.

De acuerdo a lo esperado, los resultados de terneza para bife angosto resultaron menores que lo de peceto, independientemente de la zona de origen, debido al menor contenido de colágeno (7), (8).

Tabla XXI: Resultado del Anova para la variable terneza, considerando los factores origen y tipo de corte.

Corte	Zona	Medias	DE	n	Sign.
BIFE (lb/cm ²)	Jujuy	16,3	3,2	18	A
	La Pampa	9,14	2,3	11	B
PECETO (lb/cm ²)	Jujuy	17,92	4,31	18	A
	La Pampa	10,57	2,51	11	B

DE: desvío estándar. Sign.= Significación: Letras diferentes implican diferencias significativas p<0,05.

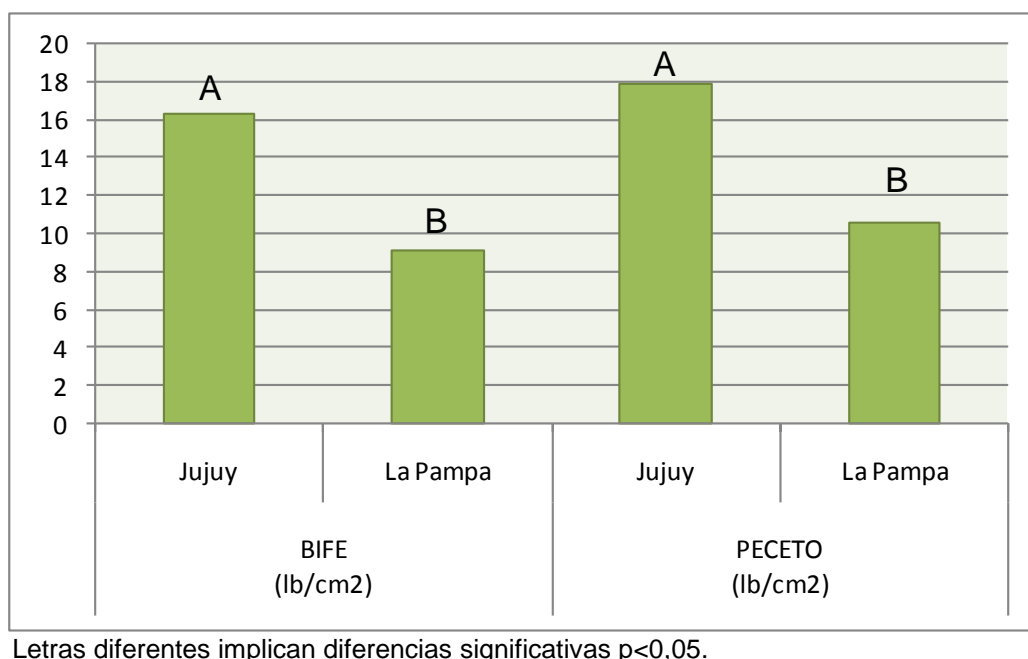


Figura 12: Análisis comparativo de la terneza de bife y peceto de los dos grupos en estudio.

5.4.3 PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS

Como se encuentra expresado en la Tabla XXII y XXIII, la distribución del porcentaje de ácidos grasos respecto al total, es similar a los presentados por Coates y Ayerza (10) y Polidori *et al.* (105), al comparar el porcentaje de ácidos grasos en el *Longissimus dorsi* de llamas macho castrados y enteros criados en Argentina y Bolivia respectivamente.

Los ácidos grasos en mayor proporción fueron en orden decreciente oleico 29,7%, palmítico 20,82%; y esteárico 19,59%; representando el 70% del total (Figura 13).

La Tabla XXIV exhibe el porcentaje de saturación, teniendo como resultado un 48,4% de grasas saturadas (AGS), y 38,26% de monoinsaturadas (AGMI) y un 13,34% de poliinsaturados (AGPI), siendo esta proporción comparable a los de ternera (8), por lo que a temperaturas de refrigeración va a presentar grasas relativamente más duras, en comparación con otras especies como cerdo o pollo.

Tabla XXII: Porcentaje de ácidos grasos (% del total) de muestras de bife angosto, de Jujuy y La Pampa.

Ácido Graso	n	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.
CLA C 18:2	12	1,83	0,74	40,34	0,22	2,89
Mirístico C 14:0	12	4,58	6,66	137,35	1,55	25,86
Pentanóico C 15:0	12	0,94	0,98	61,56	0,51	2,66
Palmítico C 16:0	12	20,82	9,65	46,37	0,55	33,18
Palmitoléico C 16:1	12	3,67	1,68	45,69	0,28	6,69
Heptadecanóico C 17:0	12	2,16	5,07	234,96	0,36	18,23
Heptadecenóico C 17:1	12	0,49	0,39	79,78	0,20	1,66
Estearico C18:0	12	19,59	4,67	23,82	15,51	31,96
Vaccénico (trans-11) C:18:1 (11-t)	12	3,59	2,26	63,04	0,42	8,48
Oléico (cis-9) C:18:1 (9-c)	12	29,7	9,21	31,02	7,39	40,01
Vaccénico (cis-11) C:18:1(11-c)	12	0,81	0,43	53,03	0,34	1,74
Linoléico C 18:2 w-6	12	4,31	3,02	70,16	1,71	12,62
Linolénico C 18:3 w-3	12	2,59	1,68	64,89	0,27	6,79
Araquídico C 20:0	12	0,31	0,18	58,63	0,15	0,86
Eicosadienóico C 20:2	12	0,34	0,83	248,3	0,06	2,98
Eicosatrienóico C 20:3 w-6	12	0,52	0,48	92,06	0,14	1,55
Araquidónico C 20:4 w-6	12	1,50	1,85	123,42	0,20	6,25
Eicosapentanóico C 20:5 w-3	12	0,91	0,92	100,94	0,17	3,05
Docosatetraenóico C 22:4 w-6	12	0,15	0,14	94,24	0,04	0,52
Docosapentaenóico C 20:5 w-3	11	0,84	0,92	109,79	0,00	3,12
Docosahexanóico C 20:6 w-3	11	0,10	0,10	104,81	0,00	0,31

DE: desvío estándar; CV: coeficiente de variación; Mín.: valor mínimo alcanzado por la variable; Máx.: valor máximo alcanzado por la variable.

Tabla XXIII: Análisis descriptivo de la concentración de ácidos grasos (mg/100g de carne) de animales tanto de Jujuy como La Pampa.

Ácido Graso		n	Media	D.E.	CV	Mínimo	Máximo
CLA	C 18:2	12	72,98	78,46	107,51	2,36	274,66
Mirístico	C 14:0	12	132,08	108,15	81,88	6,51	326,78
Pentanóico	C 15:0	12	31,5	29,95	95,08	2,45	98,62
Palmítico	C 16:0	12	722,65	663,17	91,77	5,83	2044,26
Palmitoléico	C 16:1	12	141,62	134,22	94,77	2,96	372,17
Heptadecanóico	C 17:0	12	41,85	54,92	131,24	1,5	194,26
Heptadecenóico	C 17:1	12	15,46	15,54	100,5	1,05	52,54
Esteárico	C18:0	12	679,04	618,54	91,09	68,92	2080,87
Vaccénico (trans-11)	C:18:1(11-t)	12	151,58	228,86	150,98	4,49	804,4
Oléico (cis-9)	C:18:1 (9-c)	12	1096,82	940,78	85,77	78,7	2717,08
Vaccénico (cis-11)	C:18:1 (11c)	12	25,47	29,69	116,61	5,05	106,07
Linoléico	C 18:2 w-6	12	99,07	52,93	53,43	25,8	193,79
Linolénico	C 18:3 w-3	12	78,53	83,06	105,76	2,9	293,73
Araquídico	C 20:0	12	10,01	7,76	77,5	0,63	23,17
Eicosadienóico	C 20:2	12	5,46	8,55	156,71	0,54	31,77
Eicosatrienóico	C 20:3 w-6	12	9,6	4,02	41,89	4,84	16,53
Araquidónico	C 20:4 w-6	12	23,29	8,86	38,04	2,09	33,17
Eicosapentanóico	C 20:5 w-3	12	13,95	3,47	24,85	6,26	18,94
Docosatetraenóico	C 22:4 w-6	12	2,72	1,23	45,42	1,42	5,74
Docosapentaenóico	C 20:5 w-3	11	16,19	4,69	28,95	8,54	23,74
Docosahexanóico	C 20:6 w-3	11	1,9	1,78	93,66	0	5,93

DE: desvío estándar; CV: coeficiente de variación; Mín.: valor mínimo alcanzado por la variable; Máx.: valor máximo alcanzado por la variable.

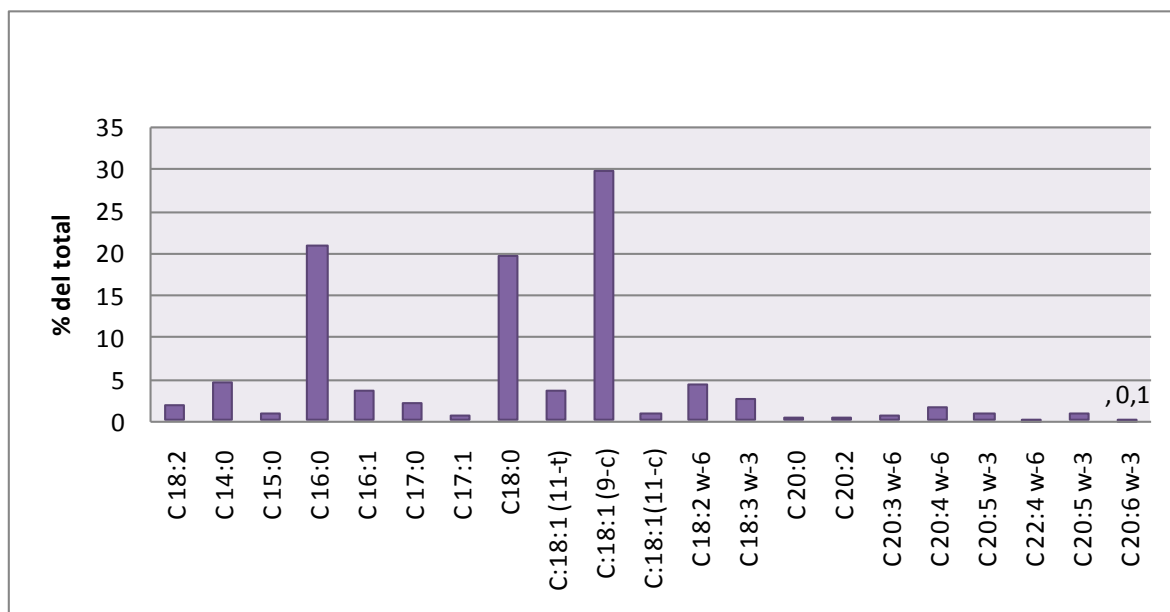


Figura 13: Porcentaje de ácidos grasos (% del total) de muestras de bife angosto, de Jujuy y La Pampa.

El porcentaje de AGMI es similar al encontrado por Saadoun y Cabrera (84), quienes a su vez al comparar los valores de AGMI de llama con otras carnes de especies silvestres sudamericanas hallaron que era mayor. Por el contrario, Salvá *et al.* (102), reportaron que en alpacas macho de 25 meses de edad, se presentan mayores valores de AGS y menores valores de AGMI.

Tabla XXIV: Grado de saturación de ácidos grasos (% del total) y relación n3/n6 presentes en carne en bife angosto de animales tanto de Jujuy como La Pampa.

Variable	n	AGS	AGI	AGMI	AGPI	n3	n6	n6/n3
Bife	12	48,4	51,35	38,26	13,09	4,44	6,48	1,46

AGS: ácido graso saturado; AGI: ácido graso insaturado; AGMI: ácido graso monoinsaturado; AGPI: ácido graso polinsaturado; n3: ácido graso omega 3; n6: ácido graso omega 6; n6/n3: relación n6/n3

La relación n-6/n-3 dio un valor de 1,45 que se entiende como un valor óptimo, favoreciendo el correcto funcionamiento del organismo humano (8). Estos valores son similares a los encontrados en bovinos criados sobre pasturas (106), (107) e inferiores a los encontrados para alpacas, relación n-6/ n-3; $3,74 \pm 1,01$ (102).

El CLA dio un valor de 1,83 (Figura 13), siendo mayor al encontrado por Saadoun y Cabrera (84), en la misma especie y en otras especies, siendo también

superior a lo encontrado en bovinos por Patkowska-Sokola *et al.* (108) y Orellana *et al.* (100).

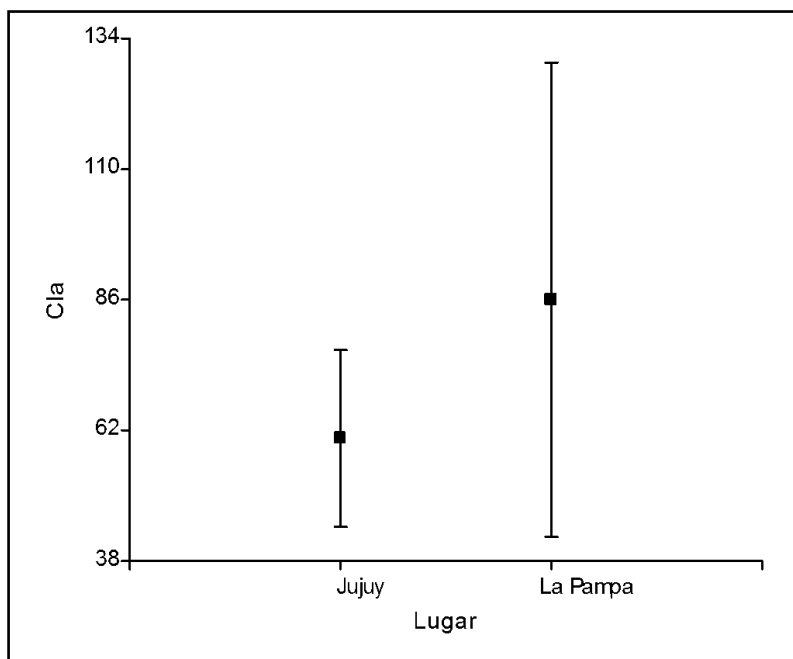


Figura 14: Comparación del valor medio (\pm EE) del contenido de CLA (mg/100g carne) en llamas de Jujuy y La Pampa.

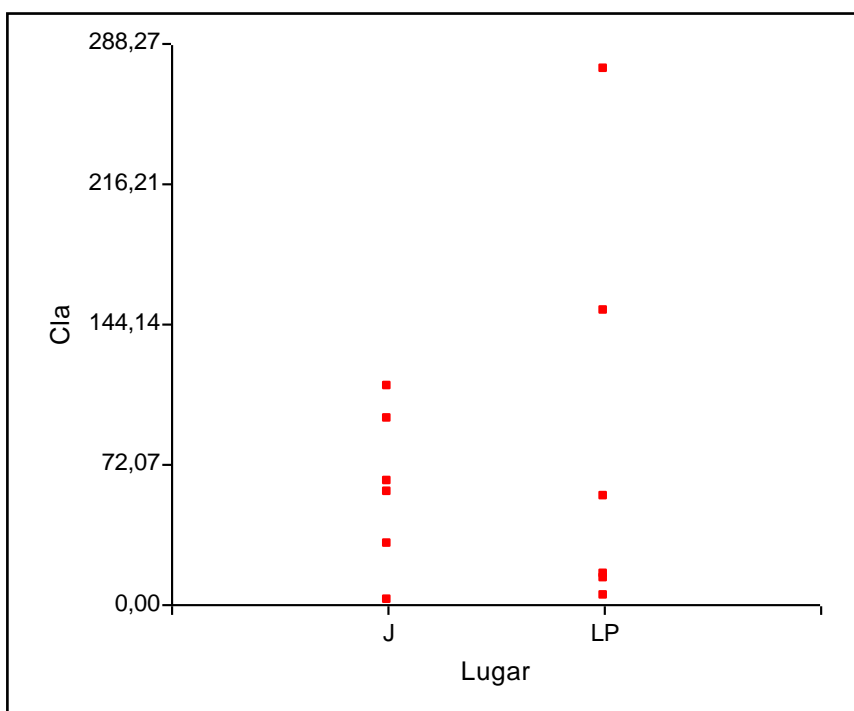


Figura 15: Gráfico de dispersión de puntos del CLA (mg/100g carne), discriminado por origen.

Tabla XXV: Comparación de las medias del contenido de ácidos grasos entre las llamas de Jujuy y La Pampa.

Variable	Lugar	Media	D.E.	Sign.
CLA	Jujuy	60,15	40,24	A
	La Pampa	85,81	107,37	A
Mirístico	Jujuy	147,4	82,89	A
	La Pampa	116,76	135,26	A
Pentanóico	Jujuy	27,42	13,88	A
	La Pampa	35,57	41,72	A
Palmítico	Jujuy	862,96	573,59	A
	La Pampa	582,35	768,97	A
Palmitoléico	Jujuy	126,16	96,23	A
	La Pampa	157,09	172,62	A
Heptadecanóico	Jujuy	51,33	70,65	A
	La Pampa	32,37	37,78	A
Heptadecenóico	Jujuy	11,79	5,01	A
	La Pampa	19,13	21,76	A
Esteárico	Jujuy	622,73	331,32	A
	La Pampa	735,35	851,07	A
Vaccénico (trans-11)	Jujuy	71,19	47,54	A
	La Pampa	231,97	312,18	A
Oléico (cis-9)	Jujuy	1099,96	728,3	A
	La Pampa	1093,68	1190,25	A
Vaccénico (cis-11)	Jujuy	15,33	7,98	A
	La Pampa	35,6	40,37	A
Linoléico	Jujuy	100,86	44,91	A
	La Pampa	97,29	64,34	A
Linolénico	Jujuy	50,99	30,74	A
	La Pampa	106,07	111,4	A
Araquídico	Jujuy	10,35	4,78	A
	La Pampa	9,68	10,46	A
Eicosadienóico	Jujuy	7,9	11,7	A
	La Pampa	3,02	3,12	A
Eicosatrienóico	Jujuy	10,81	3,39	A
	La Pampa	8,38	4,53	A
Araquidónico	Jujuy	22,72	11,07	A
	La Pampa	23,87	7,02	A
Eicosapentanóico	Jujuy	15,35	2,74	A
	La Pampa	12,56	3,78	A
Docosatetraenóico	Jujuy	2,22	0,45	A
	La Pampa	3,22	1,6	A
Docosapentaenóico	Jujuy	17,31	3,1	A
	La Pampa	15,26	5,83	A
Docosahehexanóico	Jujuy	3,27	1,58	A
	La Pampa	0,76	0,96	B

DE: desvío estándar. Letras diferentes implican diferencias significativas $p < 0,05$.

No se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$) respecto del porcentaje de CLA en ambos grupos en estudio. Los resultados se presentan en la Tabla XXV.

Como se observa en la Figura 15 la variabilidad para el CLA presente en el grupo La Pampa se debe a un valor extremo, estando el resto de los valores aproximados a los de Jujuy.

Al comparar ambos grupos se encontraron diferencias significativas ($p<0,01$) en la concentración de ácido Docosahexanoico entre las llamas de Jujuy y La Pampa. No se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$) en el resto de los ácidos grasos estudiados (Tabla XXV, y Figura 16).

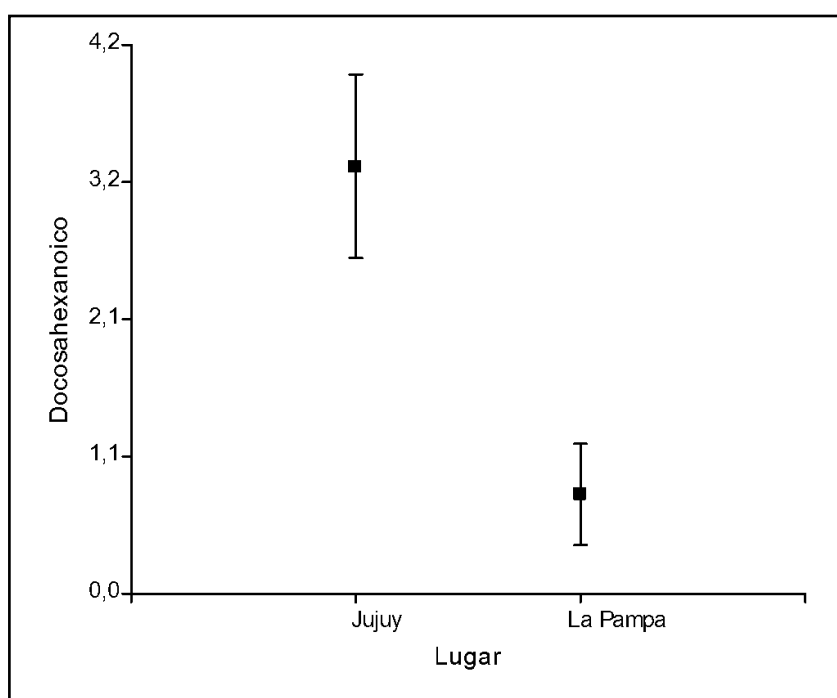


Figura 16: Comparación del valor medio (\pm EE) del contenido de Docosahexanoico en llamas de Jujuy y La Pampa.

5.5. RELACIONES ENTRE VARIABLES

5.5.1 RELACIONES DE LOS VALORES DE ECOGRAFÍA CON GRASA

Como se puede observar en la Tabla XXVI, sólo se observó una asociación positiva entre la grasa en la zona de la pierna (A): con EL ($r=0,623$; $p<0,01$); AL (O) ($r=0,623$; $p<0,01$) y AL (B) ($r=0,653$; $p<0,007$).

Tabla XXVI: Resultados de la correlación entre variables de la ecografía y la grasa de las 5 zonas.

	EG		EL		AL(O)		AL(B)	
	R	P	R	P	R	P	R	P
A	0,3	0,216	0,623	0,01	0,623	0,01	0,653	0,007
B	0,27	0,263	0,129	0,595	0,129	0,595	0,172	0,477
C	0,33	0,18	0,089	0,714	0,089	0,714	0,139	0,566
D	0,1	0,692	-0,055	0,822	-0,055	0,822	0,003	0,99
E	0,12	0,61	0,012	0,961	0,012	0,961	0,059	0,808

A: engrasamiento pierna; B: lomo; C: costillar; D: paleta; E: cuello. EG: espesor de la grasa; EL: espesor del lomo; AL(O): área de lomo ovino y AL(B): área de lomo bovino. R: Coeficiente de Spearman y P: probabilidad de Spearman. En rojo se colocan los datos con diferencias significativas.

5.5.2 RELACIONES DE LA ECOGRAFÍA CON LA TERNEZA

En este estudio no se correlacionaron estadísticamente los valores de grasa en ecografía dorsal con los valores de terneza (Tabla XXVII).

Se presentó una correlación negativa entre la dureza del peceto y la grasa en la zona D (Tabla XXVIII). Esto indicaría que cuanto mayor sea el engrasamiento en la zona de la paleta, más tierna será la carne. Wood *et al.* (109) encontraron en bovinos que el contenido intramuscular de lípidos de la carne posee un efecto positivo sobre la terneza, dado por la ubicación de las células grasas dentro del

perimio, que podría tener efectos físicos sobre la separación de haces de fibras musculares. Hoffman *et al.* (110) sugieren que no hay evidencia clara de la relación entre la grasa de las canales de cordero y la terneza de la carne.

Tabla XXVII: Resultados de la correlación entre variables de la ecografía y terneza de bife y peceto.

	EG		EL		AL(O)		AL(B)	
	R	P	R	P	R	P	R	P
BIFE	-0,34	0,172	0,283	0,256	0,283	0,255	0,277	0,266
PECETO	-0,11	0,672	-0,107	0,672	-0,108	0,671	-0,12	0,633
EG: espesor de la grasa; EL: espesor del lomo; AL(O): área de lomo ovino y AL(B): área de lomo bovino R: Coeficiente de Spearman y P: probabilidad de Spearman.								

Tabla XXVIII: Resultados de la correlación entre la grasa de las 5 zonas y terneza de bife y peceto.

	A		B		C		D		E	
	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P
BIFE	0,07	0,66	0,05	0,78	-0,12	0,49	-0,31	0,07	0,12	0,49
PECETO	0,04	0,81	-0,01	0,94	-0,23	0,17	-0,38	0,02	0,01	0,95
A: engrasamiento pierna; B: lomo; C: costillar; D: paleta; E: cuello. R: Coeficiente de Spearman y P: probabilidad de Spearman. En rojo se colocan los datos con diferencias significativas.										

5.5.3 COMPARACIÓN ENTRE CONDICIÓN CORPORAL Y ENGRASAMIENTO

Al asociar la condición corporal con el engrasamiento observado *postmortem*, sólo se correlaciona en forma positiva la condición corporal con la grasa en la región del costillar (C) y la paleta (D), que son los lugares en donde se encontraron los valores más altos de engrasamiento (Tabla XXIX). Esto implica que a mayor condición corporal alcancen los animales a una misma edad, mayor va a ser el engrasamiento en C y D, lo que va a conllevar a una mayor terneza.

Tabla XXIX: Resultados de la correlación entre la condición corporal y ecografía, grasa de las 5 zonas, terneza de bife y peceto.

	CC	
	R	P
EG	0,28	0,24
EL	0,01	0,98
AL(O)	0,01	0,98
AL(B)	0	1
A	0,01	0,95
B	0,25	0,14
C	0,33	0,05
D	0,39	0,02
E	0,16	0,35
BIFE	-0,17	0,31
PECETO	0,00	0,98

EG: espesor de la grasa; EL: espesor del lomo; AL(O): área de lomo ovino y AL(B): área de lomo bovino; A: engrasamiento pierna; B: lomo; C: costillar; D: paleta; E: cuello. R: Coeficiente de Spearman y P: probabilidad de Spearman. En rojo se colocan los datos con diferencias significativas. (Abajo a la izquierda el valor de r, arriba a la derecha el valor p).

5.5.4 COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO ENTRE GRUPOS (JUJUY VERSUS LA PAMPA)

Se observa que para el crecimiento a lo largo del tiempo, no hay diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los lugares, pero hay una forma de crecimiento ligeramente diferente entre las zonas ($F=108,97$; $p < 0,001$) (Figura 17). Como se observa en la gráfica, si bien inicialmente los animales de Jujuy estuvieron más retrasados en el aumento de peso, estos lograron obtener un mayor peso final que el grupo La Pampa, aunque este último grupo presentó mejor terminación.

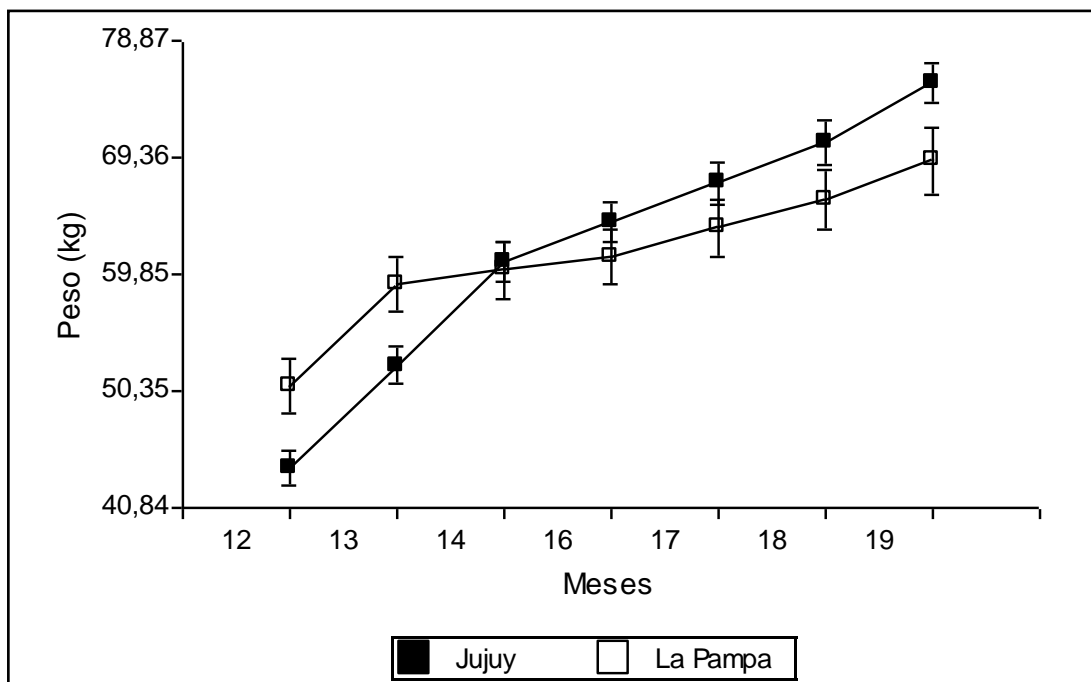


Figura 17: Evolución del crecimiento (en peso) de las llamas de la zona de Jujuy y La Pampa.

6 - CONCLUSIONES

- El peso vivo, la condición corporal, el perímetro torácico, y las medidas biométricas *antemortem* y *postmortem*, se encontraron dentro de los valores informados en la bibliografía internacional.

- Se evidenciaron diferencias significativas entre los animales de Jujuy y La Pampa, debidas a la diferencia en la alimentación de ambos sistemas, siendo los primeros más pesados pero con un grado de terminación menor.

- Las faenas industrial y rural de llamas se pudieron realizar siguiendo la metodología implementada en bovinos.

- Resultó adecuado el sistema de clasificación y tipificación visual de canales de llama, basado en el grado de cobertura grasa, la conformación muscular de la pierna y el perfil Isquiotarsiano.

- El color de la carne de llama es ligeramente menos rojiza que la carne bovina, sin embargo se evidenció que la perteneciente al grupo planicie fue más roja en comparación con la de altura.

- La terneza de la carne de llama se encuentra en valores similares a los encontrados en otros estudios para la misma especie. Fueron más tiernas las carnes provenientes de La Pampa que las de Jujuy, acercándose éstas a los valores encontrados en bovinos y ovinos. El corte más tierno fue el bife angosto respecto del peceto en ambos grupos.

- A nivel nutricional la carne de llama presentó una mayor concentración de ácidos grasos monoinsaturados y ácido linoleico conjugado que en otras carnes, así como un correcto balance $n6/n3$, no habiendo diferencias entre los grupos.

- Se encontraron correlaciones positivas para condición corporal y cobertura grasa; ecografía de grasa dorsal y cobertura grasa; cobertura grasa y terneza en peceto.

Para profundizar el estudio de las propiedades de la carne de llama, se realizará en el futuro determinaciones sensoriales, con paneles entrenados, para luego correlacionarlos con las metodologías instrumentales.

7 – BIBLIOGRAFÍA

1. PÉREZ MELÉNDEZ, P. Calidad de Carne de Alpacas y Llamas: Efecto del Sexo, Edad de Sacrificio y Zona de Crianza. [3er Congreso ALEPRYCS]. Chile : s.n., 2003.
2. PÉREZ, P.; MAINO, M.; GUZMÁN, R.; VAQUERO, A.; KÖBRICH, C.; POKNIAK, J. Carcass Characteristic of llamas (*Lama glama*) reared in Central Chile. *Small Ruminant Research*. 2000. 37, págs. 93-97.
3. ECHAZÚ, R.; IRIARTE, N.; MORÓN, M.; SARAIVIA, L. Secado solar de Carne de Llamas. *Avances en energías renovables y medio ambiente*. Argentina : s.n., 2001. Vol. 5.
4. LAMAS, H. E. Camélidos Sudamericanos: Una introducción para su conocimiento. *Panorama Agropecuario*. Argentina : s.n., 1997. 49, págs. 38-44.
5. ZOGBI, A. P.; FRANK, E.N. Procesos Tecnológicos y Nutricionales de la carne de llama (*Lama glama*). *En Industrialización de Productos de Origen Animal (3ª edición)* Pérez Álvarez, J. A.; Fernández López, J.; Sayas Barbera, M.E. Elche, España : Gráficas Limencop S.L., 2008.
6. LOBO, M.; VIGNOLO, G.; SAMMÁN, N. Característica de la carne de llama faenada a campo en la puna Jujeña. *En South American Camelids Research. Vol. 2 Ed. Frank. E; Antonini, M. and Toro, O.* The Netherlands : Wageningen Academia Publishers, 2008.
7. CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Madrid. Madrid : INIA, 2000.
8. WARRIS, P.D. Ciencia de la Carne. Zaragoza : Acribia, 2003.
9. SAMMELLS, L.; MARKOWITZ, C. Carne de llama: alta viabilidad, baja visibilidad. *En Waira Pampa. Genin, D.; Pitch, H.; Lizarazu, R.; Rodríguez, T.* Oruro : Orstom Conpa, 1995. págs. 194- 206.
10. COATES, W.; AYERZA, R. Fatty acid composition of llama muscle and internal fat in two Argentinian herds. *Small Ruminant Research*. 2004. 52, págs. 231-238.
11. CRISTOFANELLI, S.; ANTONINI, M.; TORRES, D.; POLIDORI, P.; RENIERI, C. Meat and carcass quality from Peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*). *Meat Science*. 2004. Vol. 66, págs. 589-593.

12. BELURY, M.A. Conjugated linoleic acid (CLA). *Journal Nutrition*. 2002. Vol. 132, 10, págs. 2995-2998.
13. MOYA CAMARENA, S. Y. Alimentos funcionales de origen animal: el ácido linoleico conjugado de la carne y de los productos lácteos. *Nutrición Clínica*. 2002. Vol. 5, 3, págs. 194-199.
14. PRÄNDL, O.; FISHER, A; SCHMIDHOFER, T.; SINELL, H. J. Tecnología e Higiene de la Carne. Zaragoza : Acribia, 1994.
15. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA. Caracterización del Sistema de Clasificación y Tipificación de Reses Bovinas. Argentina : SAGYP, 1994.
16. CRISTOFANELLI, S.; ANTONINI, M.; TORRES, D.; POLIDORI, P.; RENIERI, C. Carcass characteristics of peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*) reared in the Andean highlands. *Small Ruminant Research*. 2005. 38, págs. 219-222.
17. RENIERI, C.; FRANK, E. N.; ROSATTI, A.; MACIAS SERRANO, J. A. El concepto de raza en zootecnia y su aplicación a la llama y la alpaca. *En South American Camelids Research, Vol. 2 Ed. Frank. E; Antonini, M. and Toro, O.* Netherlands : Wagenigen Academia Publishers, 2008. págs. 233-251.
18. SANMIGUEL, L.; SERRAHIMA, L. Manual de crianza de animales. Lima, Perú : Lexus, 2004.
19. ACEITUNO, P. Aspectos generales del clima en el altiplano sudamericano. *En 2do. Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos. El altiplano: Ciencia y conciencia en Los Andes.* Arica : s.n., Oct. de 1993. págs. 19-21.
20. FRANK, E. N.; WHEBE, V. E. Producción y comercialización de fibras de Camélidos Sudamericanos domésticos en Argentina. *En Taller sobre producción y comercialización de fibras especiales, Mueller, J. P.* 1993. págs. 81-96.
21. FRANK, E. N. Situación actual de los camélidos sudamericanos en Argentina. *Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina.* s.l. : FAO/RLC, 2005.
22. FRANK, E. N.; LAMAS, H. E.; HICK, M. H. V.; ZOGBI, A. P.; CARUSO, L. M.; MOLINA, M. G.; PRIETO, A. Sistemas de Producción de Camélidos Sudamericanos Domésticos en Argentina. *Documento de Trabajo.* Córdoba, Argentina : UCC, 2007.
23. SUMAR, J. Realidades y Mitos sobre los Camélidos Sudamericanos. *Archivo Latinoamericano de Producción Animal*. 2007. Vol. 15, 1.

24. ROSSANIGO, C.; GIULIETTI, J.; SILVA COLOMER, J.; FRIGERIO, K. La llama como alternativa productiva en la provincia de San Luis. *Información Técnica*. EEA La Pampa- San Luis : INTA, 1997. 142.
25. FERNÁNDEZ-BACA, S. Situación actual de los camélidos sudamericanos en Perú. *Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina*. s.l. : FAO/RLC, 2005. TCP/RLA/2914.
26. WHEELER, J. Origen, evolución y status actual. *En ONU, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: Avances y Perspectivas del conocimiento de los Camélidos Sudamericanos*. Santiago : FAO/RLC, 1991. págs. 11-48.
27. SILVESTRO, M.; PERETTI, M.; MÜLLER, M. Cuantificación de ácidos grasos y ácido linoleico conjugado en carne fresca de Llama (*Lama glama*); caracterización de los parámetros sensoriales de la misma. *Tesis fin de Carrera, Escuela de Nutrición*. Argentina : Facultad de Ciencias Médicas. UNC, 2005.
28. EGEY, J. Camélidos Sudamericanos. Buenos Aires : InfoVet, 2004. 62.
29. FRANK, E. N. Los Camélidos Domésticos: Alternativa de diversificación ganadera extensiva. *Programa de Sustentabilidad productiva de Pequeños Rumiantes en Áreas Desfavorecidas (SUPPRAD)*. Córdoba, Argentina : Universidad Católica de Córdoba, 2003.
30. CASTELLARO, G.; ULLRICH, T.; WACKWITZ, B.; RAGGI, A. Composición botánica de la dieta de alpacas (*Lama pacos*) y llamas (*Lama glama*) en dos estaciones del año, en praderas Altiplánicas de un sector de la provincia de Parinacota. *Agricultura técnica*. Chillán, Chile : s.n., 2004. Vol. 64, 4, págs. 353-363.
31. MACHICADO OLIVER, G. El mercado y el comercio de la carne de llama en las ciudades de La Paz y El Alto. *Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA)*. La Paz, Bolivia : CIPCA, 1993. pág. 70.
32. GARCÍA, W. V.; SAN MARTÍN, F. H.; NOVOA, C. M.; FRANCO, E. L. Engorde de llamas bajo diferentes regímenes alimenticios. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. Lima : s.n., 2002. Vol. 13, 2, págs. 1-9.
33. LAMAS, H. E. La experiencia de comercialización de fibra de llama en la provincia de Jujuy. *Seminario Int. de Camélidos Domésticos. La Llama como alternativa de desarrollo*. Jujuy : Gob. de Jujuy-Consejo Federal de Inversiones, 2005. pág. 40.

34. GARRIZ, C.; SCOPETTA, N.; ARTUSO, C.; MEDRANO, C.; GALLINGER, M.; WHEBE, V. Llamas (Lama glama): Rendimiento de faena y evaluación de calidad de res y corte comerciales. *Información Técnica*. Argentina : INTA, 1994.
35. ZAPIOLA, M. G. Manual de Buenas Prácticas Ganaderas. *Cámara Argentina de Consignatarios de Hacienda*. Buenos Aires. Argentina : s.n., 2006.
36. —. Bienestar animal y calidad de la carne vacuna. *Cuadernillo Técnico*. s.l. : Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina, 2006. Vol. 1, págs. 2-16.
37. ROSMINI, M. R.; SIGNORINI, M. L. Manejo Antemortem y Matanza. 1 *Ciencia y Tecnología de Carnes*. Hui, Y. H.; Legarreta, Guerrero; Rosmini, M. R. México : Limusa, 2006. págs. 17-42.
38. MORENO GARCIA, B. Higiene e Inspección de Carnes. España : Díaz Santos, 2006. Vol. 1.
39. MINISTERIO DE ECONOMIA Y PRODUCCIÓN. Reglamento de Inpección de Productos, Subproductos y Derivados de Origen Animal. *Decreto 4238/68*. Argentina : s.n., 1968.
40. ARÉVALO, S. A. Nuevos Recursos Alimenticios: Los camélidos Sudamericanos. *Tesis fin de carrera. Licenciatura en Tecnología de los Alimentos*. Argentina : Facultad de Ciencias Agrarias. UCA, 1995.
41. DE LA CANAL Y ASOCIADOS. Código Alimentario Argentino. Buenos Aires : De la Canal, 1999.
42. NUÑES SOUZA, M.; PERLO F.; .LOBO, M.; SAMMÁN, N. Paté de hígado de llama. *La Industria Cárnica Latinoamericana*. 2008. 152, págs. 60-65.
43. NORMA IRAM-IACC-ISO-E 8402. Gestión de la Calidad y Aseguramiento de la Calidad. Vocabulario. 1994.
44. DRIESTRE, A. Principales problemas de calidad de la carne en el porcino. *Jornadas Científicas sobre Calidad y Tecnología de la Carne de Porcino*. SEPOR. Lorca, España : s.n., 1991. págs. 7-21.
45. BRIZ ESCRIBANO, J.; DE FELIPE BOENTE, I. Política de calidad y actitud del consumidor de carne en la Unión Europea: Referencia especial al caso español. *I Congreso Nacional de la Carne. Libro de Ponencias* . España : Eurocarne, 2001. págs. 49-64.
46. BERG, T.; BUTTERFIELD, R. New concepts of cattle growth. España : Acribia, 1976.

47. HARRIS, D.C. Measurement and description of lambs carcasses. "Producing lamb carcasses to meet particular market requirements". *Australian Society of Animal Production*. 1982. Vol. 14, págs. 50-52.
48. FEHLHABER, K.; JANETSCHKE, P. Higiene Veterinaria de los Alimentos. Zaragoza : Acribia, 1995.
49. ASPA (Associazione Scientifica di Produzione Animal). Metodologie reltive alla macerazione degli animali di interesse Zootecnico e alla Vallutazione e Dissezione della loro carcarssa. Roma : ISMEA, 1994.
50. MENDIZÁBAL, J. A.; GOÑI, V. Aplicaciones de la técnica de análisis de imagen en la determinación de la calidad de la canal y de la carne (Revisión) Investigación Agropecuaria: Prod. Sanid. Anim, INIA- España, 2001, vol. 16 nº 1, p. 99-108.
51. DÍAZ DÍAZ-CHIRÓN, M. T. Características de la canal y de la carne de corderos lechales manchegos correlaciones y ecuaciones de predicción. *Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid*. España : UCM, 2001.
52. RUIZ DE HUIDOBRO, F. Estudios sobre crecimiento y desarrollo en corderos de raza Manchega. *Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid*. España : UCM, 1993.
53. TENICELA, S. Comercialización de la carne de camélidos. *Seminario taller sobre producción, procesamiento, transformación y consumo de la carne de camélidos sudamericanos*. Puno, Perú : s.n., 1998.
54. DE BOER, H.; DUMONT, B. L.; POMEROY, R.W.; WENIGER, T.H. Manual on E.A.A.P. reference methods for the assessment of carcass characteristics in cattle. *Livestock Production Science*. 1974. Vol. 1, págs. 151-164.
55. CONSIGLI, R. Influencia de la mandioca y otros subproductos agroindustriales en el cebo de terneros: parámetros productivos y calidad de canal y de carne. Zaragoza : Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza, 1994.
56. ARKMAN, S.; BERG, E.; FORREST, J.; SHEISS, E.B. Meat Evaluation an Identification Handbook. *Indiana 4H/FFA*. Purdue : Purdue University, 2003.
57. BOETTO, C.; GÓMEZ, A. M.; MELO. O. Manejo nutricional del rodeo de cría por condición corporal objetivo. Córdoba, Argentina : SAGPyA-INTA Manfred, 2004. págs. 11-19.
58. RIGALT, F.; FERRANDO, C.; PIVOTTI, R.; KRAPP, C.; GOMEZ, R. Ajuste de la técnica de determinación de nota de condición corporal (ncc) en llamas (Lama

- glama). *IV Congreso Mundial Sobre Camélidos*. Catamarca, Argentina : s.n., 2006. pág. 48.
59. GARCÍA, W. V.; FRANCO, F. Estudio de las principales medidas biométricas y desarrollo de modelos de predicción de peso vivo en llamas. *IV Congreso Mundial sobre Camélidos*. Catamarca, Argentina : s.n., 2006. pág. 47.
 60. LLACSA, V.; URVIOLA, M.; LEYVA, J. Evaluación de indicadores biométricos en llamas (*Lama glama*) de las variedades ch'accu y k'ara. *Revista Investigación Veterinaria del Perú*. Perú : s.n., 2007. Vol. 18, 1, págs. 1-10.
 61. CONDORI, G.; RENIERI, C.; AYALA, C.; RODRIGUEZ, T.; MARTINEZ, Z. Estudio y caracterización de la aptitud de producción de carne en llamas (*Lama glama*). *En Progress in South American Camelids Research; Proc. 3rd Eur. Symp., SUPREME European seminar.M. Gerken and C. Renieri* . The Netherlands : Wageningen Academic Press. págs. 211-236.
 62. PARRAGUEZ, V. H. La ecografía como herramienta diagnóstica para la producción de pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos. *V Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos*. Mendoza, Argentina : s.n., 2007.
 63. FERNÁNDEZ, C.; GALLEGU, L.; QUINTANILLA, A. Lamb fat thickness and Longissimus muscle area measured by a computerized ultrasonic system. *Small Ruminant Research*. 1997. 26, págs. 277-282.
 64. HUI, Y. H.; GUERRERO LEGARRETA, I.; ROSMINI, M. R. Ciencia y Tecnología de Carnes. D. F., México : Limusa, 2006.
 65. LÓPEZ VARGAS, J. H. Calidad de Carne. 3 *En Industrialización de Productos de Origen Animal*, Pérez Álvarez, J.A.; Fernández López, J.; Sayas Barbera. Elche, España : M.E Gráficas Limencop S.L, 2007.
 66. LAWRIE, R. A.; BARRADO, A. M.; LOPEZ BUESA, P. L.; BEGOÑA, M. E. Ciencia de la carne. 3ra. Ed. Zaragoza : Acribia, 1998.
 67. PÉREZ-ALVAREZ, J.A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, M.E.; CARTAGENA-GRACIÁ, R. Description of colour parameters of the different raw material used in the meat industry. *Eurocarne*. 1998. Vol. 63, págs. 115-122.
 68. ZOGBI, A. P. Evaluación objetiva de los parámetros de color en pastas de carne bovina, utilizadas para la elaboración de embutidos crudo-curados. *Tesis de Maestría en Tecnología de los Alimentos*. Córdoba, Argentina : UCC, 2005.
 69. LÓPEZ DE TORRE, G.; CARBALLO GARCÍA, B. M. . *Manual de Bioquímica y Tecnología de la Carne*. Madrid : Vicente Ediciones, 1991.

70. ROBERTSON, W. M.; SCHAEFER, A. L.; LANDRY, S. J.; BRERETON, D. A.; COOK, N.; LEPAGE, P.; HOLT-KLIMEC, S.; LOHM, N.; BRYANT, J. Final Report to Industry Stakeholders of a Study to Investigate the Carcass and Meat Quality of Llama. *Agriculture and Agr-Food*. Canada : s.n., 2001.
71. GRAZIOTTI, G. H.; RODRÍGUEZ MENÉNDEZ, J.; MONTESANO, A.; JALLEY, S.; AFFRICANO, N. O.; VICTORICA, C. L. Tipos fibrilares en diversos músculos de llama (*Lama glama*) de interés zootécnico. *Revista InVet*. Buenos Aires : FCV-UBA, 2004. Vol. 6, 1, págs. 21-27.
72. PRINGLE, T. D.; WILLIAMS, S. E.; LAMB, B. S.; JOHNSON, D. D.; WEST, R. L. Carcass characteristics, the calpain protease system, and age tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. *Journal of Animal Science*. 1997. Vol. 75, 11, págs. 29-55.
73. STEMMER, A.; VALLE ZÁRATE, M.; NUERNBERG, J.; DELGADO, M.; WURZINGER, M.; SOELKNER, J. La llama de Apopaya: Descripción de un recurso genético autóctono. , 2005, vol. 54, nº 206-207, p. 259. *Archivos de Zootecnia*. 2005. 54, págs. 253-259.
74. OLIVER, M.A. Calidad tecnológica de la carne: Actitud de los consumidores frente al olor sexual. *En VII Congreso Internacional en Tecnología de la Carne.CECOC-PTC*. IRTA. Monells, España : IRTA, 2008.
75. REALINI, C. Calidad tecnológica de la carne: Factores nutricionales y genéticos que influyen sobre la producción y la calidad de la carne: edad, sexo, genética nutrición . *En VII Congreso Internacional en Tecnología de la Carne. CECOC-PTC*. Monells, España : IRTA, 2008.
76. CAMPERO, L. M. Aspectos comerciales y experiencias de la comercialización de la carne de llama en la provincia de Jujuy. *En Seminario Int. de Camélidos Domésticos. La Llama como alternativa de desarrollo. V. Whebe ,Gob. de Jujuy-CFI*. Argentina : CFI, 2005. pág. 26.
77. FRANK, E. N.; HICK, M.H.V.; GAUNA, C.D.; URIOSTE, M.; DELARADA, S.; ZOGBI, A. P. Relaciones objetivas y subjetivas entre la calidad de carcasa y calidad de carne en llamas Argentinas. 2da. *En South American Camelids Research, Ed. Frank. E; Antonini, M. and Toro, O*. The Netherlands : Wageningen Academia Publisher, 2008. págs. 129-136.
78. FOX, J. B. Los Pigmentos de la carne. 6ta. *En Ciencia de la carne y de los productos cárnicos, Price, J.F.; Schaweigert, B. S*. Zaragoza : Acribia, 1994. págs. 175-198.

79. VARNAM, A.H.; SUTHERLAND, J.P. Meat and meat products. London : Chapman & Hall, 1995.
80. JÉRI LEÓN, A. Algunas técnicas nativas en la crianza de los camélidos andinos. *Proyecto Andino de Tecnologías Campesinas. Crianza de llamas y alpacas en los Andes*. Puno - Perú : Pratec, 1989. págs. 53-64.
81. GRANADOS, L. Z.; VILCA, M. L.; SAM, R. T. Saneamiento y Detoxificación de carne de llama (*Lama glama*) infectada con *Sarcocystis aucheniae* mediante métodos químicos: marinado, ahumado, curado seco y curado húmedo. *Revista Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2007. Vol. 18, 1, págs. 57-63.
82. LEAF, A.; WEBER, P. C. A new era for science in nutrition. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1987. Vol. 45, págs. 1048-1053.
83. POLIDORI, P.; ANTONINI, M.; TORRES, D.; BEGHELLI, D.; RENIERI, C. Tenderness evaluation and mineral levels of llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*) meat. *Meat Science*. 2007. Vol. 77, págs. 599–601.
84. SAADOUN, A.; CABRERA, M. C. A review of the nutritional content and technological parameters of indigenous sources of meat in South America. *Meat Science*. 2008. Vol. 80, págs. 570-581.
85. DELFA, R.; TEIXEIRA, A.; BLASCO, I.; COLOMER-ROCHER, F. Ultrasonic estimate of fat thickness, C measurement and longissimus dorsi depth in Raza Aragonesa ewes with same body condition score. *Options Méditerranéennes*. 1991. Vol. A 13, págs. 25-30.
86. ANÓNIMO. Anexo técnico (update) Work package 1, Meat products. *Proyecto DECAMA. "Sustainable Development of Camelid Products and Services Marketed Oriented in Andean Region"*. Sucre : s.n., 2003.
87. HUNT, M.C.; ACTON, J.C.; BENEDICT, R.C.; CALKINS, C.R.; CORNFORTH, D.P.; JEREMIAH, L.E.; OLSON, D.P.; SALM, C.P.; SAVELL, J.W.; SHIVAS, S.D. Guidelines for meat color evaluation. *American Meat Science Association*. Chicago : National Live Stock and Meat Board, 1991. págs. 299-305.
88. UNE Norma Española, 40-080. Determinación de coordenadas cromáticas "CIE". Madrid : IRANOR, 1984.
89. CIE. Colorimetry. *Publication of Commission Internationales de l'Eclairage*. Vienna : s.n., 1986. 15, pág. 2.
90. FRANCIS, F. J.; CLYDESDALE, F. M. Food colorimetry: Theory and applications. Westport, Connecticut : A VI Publishing Co., 1975. pág. 477.

91. LITTLE, A. L. Off on a target. *Journal of Food Science*. 1975. Vol. 40, págs. 410-411.
92. LAVELLE, C. L.; HUNT, M. C.; KROPF, D. H. Expressible juice and internal cooked colour of ground beef patties from vitamin E-supplemented. *Proceedings of 41th International Congress of Meat Science and Technology, American Meat Science Association*. San Antonio, Texas : s.n., 1995. C79, págs. 396-397.
93. UNE Norma Española, 72-036. Observador colorimétrico UNE 3 (para campo mayor de 4°). Madrid : IRANOR, 1982.
94. SCHMIDHOFER, T. Métodos analíticos. *Tecnología e higiene de la carne*, Prändl, O.; Fischer, A.; Schmidhofer, T.; Sinell, H.J. Zaragoza : Acribia, 1994. Vol. II, págs. 723-803.
95. FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal Biol. Chem*. 1957. Vol. 226, págs. 497-507.
96. GRIINARI, J. M.; DWYER, D. A.; MCGUIRE, M. A.; BAUMAN, D. E.; PALMQUIST, D. L.; NURMELA, K. V. Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 1998. Vol. 81, págs. 1251-1261.
97. BALZARINI, M. G.; CASANOVES, F.; DI RIENZO, J. A.; GONZALEZ, L. A.; ROBLEDO, C. W.; TABLADA, E. M. InfoStat, versión 1.1. Primera Edición. *Manual del Usuario, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, . Grupo InfoStat*. Argentina : Editorial Brujas, 2002.
98. CONDORI, G.; AYALA, C.; RENIERI, C.; RODRIGUEZ, T.; MARTINEZ, Z. Alometría de cortes comerciales en carcasa de llama en dos fases de crecimiento. *III Congreso Mundial sobre Camélidos Sudamericanos*. Potosí, Bolivia : s.n., 2003.
99. CONDORI, G.; GERKEN, M.; AYALA, C.; COCHI, N.; RODRIGUEZ, T.; MARTINEZ, Z.; PILCO, S. Development of a system for the subjective clasification of llama caccasses. *South American Camelids Research*. Ed. Frank. E; Antonini, M. and Toro, O. The Nedherlands : Wagenigen Academia Publishers, 2008. Vol. 2, págs. 51-61.
100. ORELLANA, C.; PEÑA, F.; GARCÍA, A.; PEREA, J.; MARTOS, J.; DOMENECH, V.; ACERO, R. Carcass characteristics, fatty acid composition, and meat quality of Criollo Argentino and Braford steers raised on forage in a semi-tropical region of Argentina. *Meat Science*. 2009. 81, págs. 57-64.

101. PERLO, F.; BONATO, P.; TEIRA, G.; TISOCCO, O.; VICENTIN, J.; PUEYO, J.; MANSILLA, A. Meat quality of lambs produced in the Mesopotamia region of Argentina finished on different diets. *Meat Science*. 2008. 79, págs. 576–581.
102. SALVÁ, B. K.; ZUMALACÁRREGUI, J.M.; FIGUEIRA, A. C.; OSORIO, M.T.; MATEO, J. Nutrient composition and technological quality of from alpacas reared in Peru. *Meat Science*. 2009. doi:10.1016/j.meatsci. 2009.02.015.
103. KADIM, I.T.; AL-HOSNI, Y.; MAHGOUB, O.; AL-MARZOOQI, W.; KHALAF, S.K.; AL-MAQBALY, R.S.; AL-SINAWI, S.S.H.; AL-AMRI, I.S. Effect of low voltage electrical stimulation on biochemical and quality characteristics of Longissimus thoracis muscle from one-humped Camel (*Camelus dromedaries*). *Meat Science*. 2009. 82, págs. 77-85.
104. AREVALO, S. A. Nuevos Recursos Alimenticios: Los Camélidos Sudamericanos. Buenos Aires : Universidad Católica Argentina, 1995.
105. POLIDORI, P.; RENIERI, C.; ANTONINI, M., PASSAMONTI, P.; PUCCIARELLI, F. Meat fatty acid composition of llama (*Lama glama*) reared in the Andean highlands. *Meat Science*. 2007. 75, págs. 356–358.
106. GARCÍA, P. T.; CASAL, J. J. Contribución de Ácidos Grasos Altamente Insaturados (HPUFA) n-3 y n-6 de las carnes bovinas producidas en sistemas pastoriles de la Argentina. *Revista Actualización en Nutrición*. Argentina : s.n., 2007. Vol. 8, 2.
107. TEIRA, G.; PERLO, F.; BONATO, P.; TISOCCO, O. Calidad de carnes bovinas: Aspectos nutritivos y organolépticos relacionados con sistemas de alimentación y prácticas de elaboración. *Cienc. Docencia Tecnol.* [online]. nov. 2006, no.33 [citado 10 Noviembre 2009].
108. PATKOWSKA-SOKOLA, B.; JAMROZ, D.; BODKOWSKI, R.; CWIKLA, A.; WERTELECKI T. Fatty acids profile and content of conjugated linoleic acid of meat fat from young cattle, lambs and kids. *Animal Science Papers and Reports*. 2002. Vol. 20, 1, págs. 63-73.
109. WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; FIXHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P. R. Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Science*. 2003. 66, págs. 21-32.
110. HOFFMAN, L. C.; MULLER, M.; CLOETE, W. P.; SCHMIDT, D. Comparison of six crossbred lamb types: Sensory, physical and nutritional meat quality characteristics. *Meat Science*. 2003. 65, págs. 1265–1274.

ANEXO I

Figura A.1: Flujograma de Faena Industrializada de Llama.

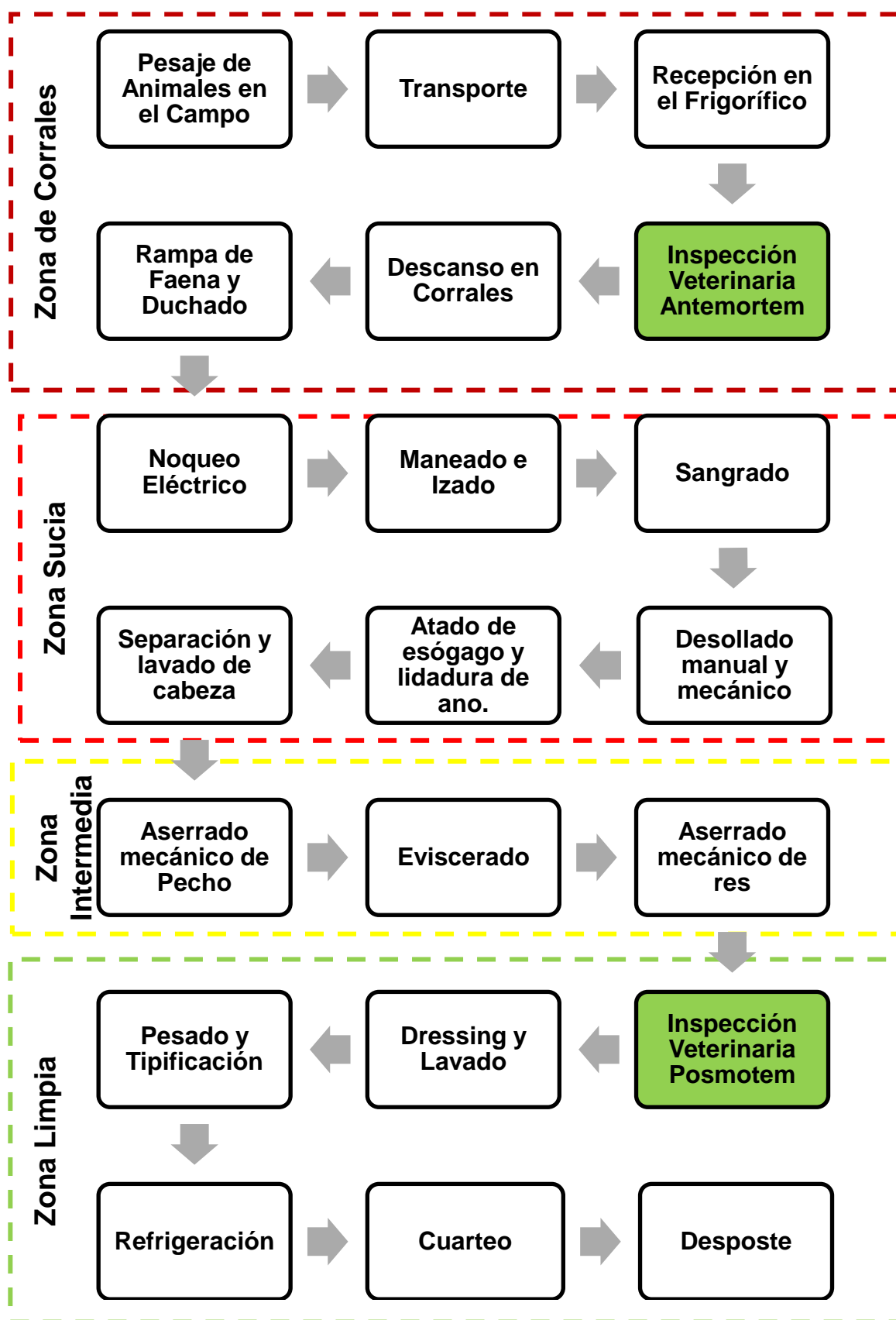




Figura A.2: **Desollado y cambio de manea por roldana método industrial.**



Figura A.3: **Evisceración método industrial.**



Figura A.4: **Aserrado de la canal método industrial.**



Figura A.5: **Despostada método industrial.**

ANEXO II

Figura B.1: Flujograma de Faena Rural de Llama.

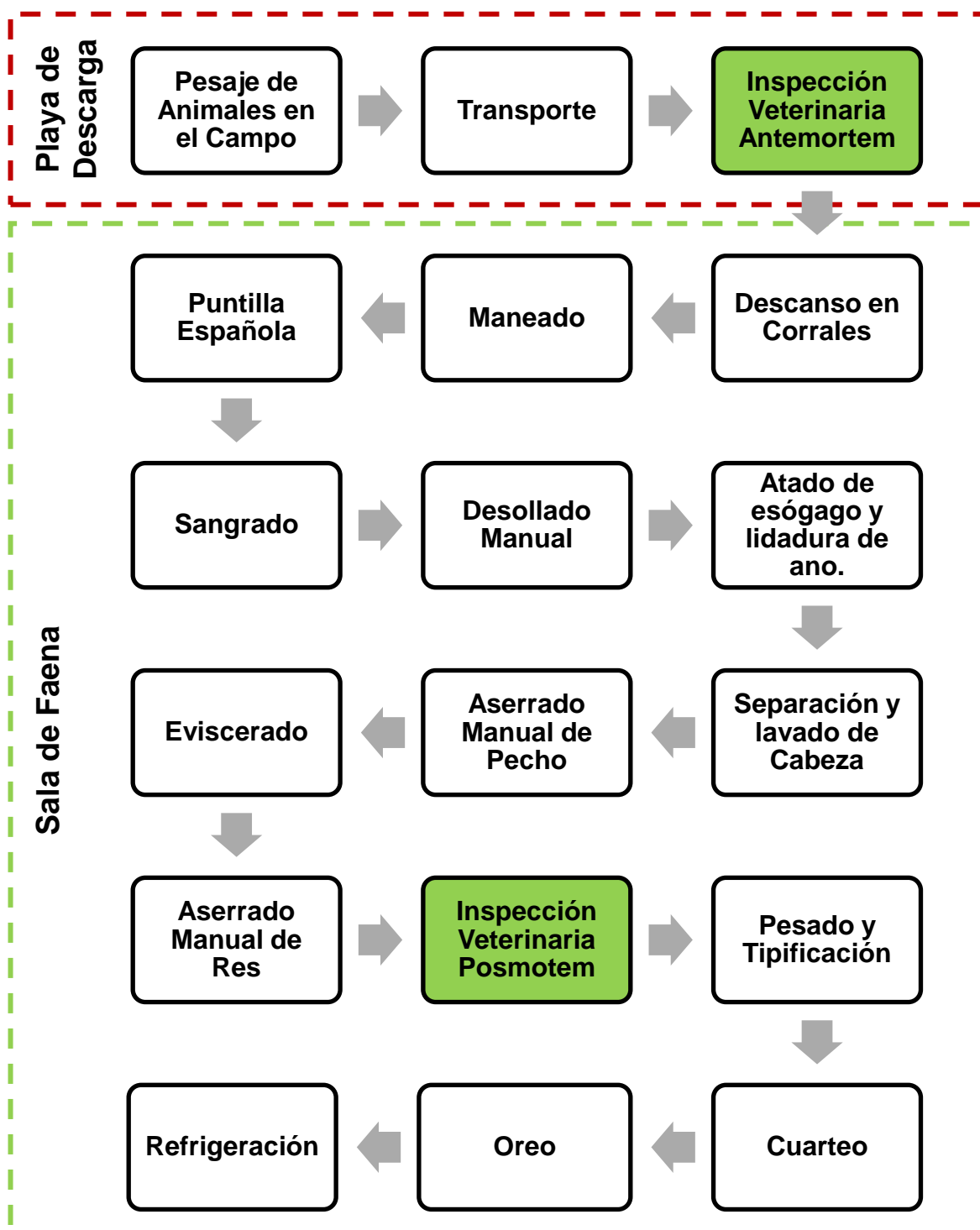




Figura B.2: **Desollado en el suelo mediante el método de faena rural.**



Figura B.3: **Eviscerado mediante el método faena rural.**



Figura B.4: **Aserrado de la canal mediante el método de faena rural.**



Figura B.5: **Despostado mediante el método de faena rural.**